



**TUGAS AKHIR - TE 141599**

**SISTEM KOMUNIKASI PERANTARA PASIEN AFASIA  
MOTORIK DENGAN MEMANFAATKAN DASAR  
KINEMATIKA TANGAN**

Isalufi Eka Agustin  
NRP 2213 100 090

Dosen Pembimbing  
Dr. Achmad Arifin, ST., M.Eng.  
Ir. Tasripan, M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
Fakultas Teknologi Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017





**FINAL PROJECT - TE 141599**

**INTERMEDIARY COMMUNICATION SYSTEM  
APHASIA MOTORIC PATIENTS BY USING  
KINEMATICS BASIC**

Isalufi Eka Agustin  
NRP 2213 100 090

Advisors  
Dr. Achmad Arifin, ST., M.Eng.  
Ir. Tasripan, M.T.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING  
Faculty of Electrical Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



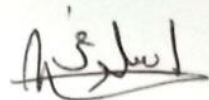
## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “Sistem Komunikasi Perantara Afasia Motorik dengan Memanfaatkan Dasar Kinematika Tangan”

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis. Secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini Tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017



Isalufi Eka Agustin  
NRP. 2213100090

**SISTEM KOMUNIKASI PERANTARA AFASIA MOTORIK  
DENGAN MEMANFAATKAN DASAR KINEMATIKA TANGAN**


**TUGAS AKHIR**


**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Elektronika  
Jurusan Teknik Elektro  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui:**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

  
**Dr. Achmad Arifin, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 197103141997021001**

  
**Ir. Tasripan, MT.**  
**NIP. 196204181990031004**



# **SISTEM KOMUNIKASI PERANTARA PASIEN AFASIA MOTORIK DENGAN MEMANFAATKAN DASAR KINEMATIKA TANGAN**

Isalufi Eka Agustin  
2213 100 090

Dosen Pembimbing I : Dr. Achmad Arifin, ST., M.Eng.  
Dosen Pembimbing II : Ir. Tasripan, M.T.

## **ABSTRAK**

Afasia motorik merupakan salah satu gangguan komunikasi yang ditandai dengan ketidakmampuan pasien mengungkapkan isi pikiran dalam perkataan tetapi pasien masih memahami lisan dan tulisan orang lain. Sistem komunikasi yang akan diterapkan kepada pasien berupa komunikasi audio yang mana sensor kinematik mendeteksi gerakan isyarat pasien kemudian dikirim ke hardware perawat.

Metode yang digunakan dengan memanfaatkan data akuisisi yang telah mengalami *thresholding* kemudian *dideferensiasi* nilai data pergerakan saat ini dengan data sebelumnya. Nilai data dari setiap jarinya *dibinerisasi*. Kemudian kombinasi dari pergerakan jari *dikarakterisasi* dan dinyatakan dalam bentuk aktifitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinematika sederhana memiliki tingkat keberhasilan identifikasi pergerakan untuk 1 jari dari 4 gerakan jari yang berbeda memiliki nilai akurasi gerak lebih dari 50%. Gerak 2 jari dari 6 gerakan yang berbeda hanya 2 gerakan yang memiliki akurasi lebih dari 50%. Gerak 3 jari terdapat 4 gerakan dengan 2 gerakan yang memiliki akurasi 50% pada kombinasi jari jempol, telunjuk dan tengah dan kombinasi jari tengah, manis dan kelingking. Sedangkan untuk 4 jari memiliki tingkat akurasi lebih dari 50%. Gerakan dengan 5 jari memiliki tingkat akurasi kurang dari 50%. Tingkat akurasi lebih dari 50% menjadikan gerakan tersebut sebagai gerakan isyarat. Untuk akurasi deteksi gerakan 100%, perlu ditambahkan beberapa metode untuk pengolahan data sensor seperti artificial neural network, filter pada sensor.

**kata kunci:** Afasia motorik, Gyroscope, Sensor IMU dan Sinyal Biomekanik

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# **INTERMEDIARY COMMUNICATION SYSTEM APHASIA MOTORIC PATIENTS BY USING KINEMATICS BASIC**

Isalufi Eka Agustin  
2213 100 090

Supervisor I : Dr. Achmad Arifin, ST., M.Eng.  
Supervisor II : Ir. Tasripan, M.T.

## **ABSTRACT**

Aphasia motoric is one of the communication disorders characterized by the inability of the patient to express the content of the mind in words but the patient still understands the oral and writing of others. Communication system that will be applied to the patient in the form of audio communication in which the kinematic sensor detects the patient's gesture movement then sent to the nurse's hardware.

The method is used after tresholding data acquisition, differential which the value of current movement data with previous data. The value of data from each finger is trained. Then the combination of finger movements is characterized and expressed in the form of activity.

The results showed that simple kinematics had a success rate of movement identification for 1 finger from 4 different finger movements having a motion accuracy value greater than 50%. 2 finger motion from 6 different moves only 2 movements that have accuracy of more than 50%. 3 finger motion There are 4 movements with 2 moves that have 50% accuracy on thumb, index and middle finger combination and combination of middle finger, sweetness and pinkie. As for the 4 fingers has an accuracy of more than 50%. Movement with 5 fingers has an accuracy of less than 50%. Accuracy rates of more than 50% make the movement a gesture. For accuracy of 100% motion detection, we need to add some methods for processing sensor data such as arificial neural network, filter on sensor.

**Keyword :** *Aphsia motoric, Kinematic sensor, Gyroscope, IMU sensor, and Signa Biomechanic.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan buku tugas akhir dengan judul **“Sistem Komunikasi Perantara Pasien Afasia Motorik dengan Memanfaatkan Dasar Kinematika Tangan”**. Tugas akhir merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan program studi Strata-1 pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknologi Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini banyak mengalami kendala, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak sehingga kendala-kendala tersebut dapat diatasi. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan do'a kepada penulis.
2. Bapak Ahmad Arifin dan Bapak Tasripan selaku Dosen Pembimbing atas segala bantuan, perhatian, dan arahan selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Tasripan selaku Koordinator Bidang Studi Elektronika Jurusan Teknik Elektro ITS.
4. Bapak Dedet C Riawan selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro ITS.
5. Bapak dan Ibu dosen bidang studi Elektronika Teknik Elektro ITS.
6. Sahabat “heart series” Dinda, Putra, Fahad dan Ningrum.
7. Rekan – rekan seperjuangan bidang studi Elektronika 2013 khususnya Lab B205.

Penulis juga menyadari bahwa pada penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan-kekurangan karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki, walaupun demikian penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkannya.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRAC</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	3
1.3 Batasan masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Metodologi .....	4
1.6 Sistematika pembahasan .....	5
1.7 Relevansi .....	6
<b>BAB II TEORI PENUNJANG</b> .....	9
2.1 Pascastroke .....	9
2.1.1 Kelumpuhan .....	9
2.1.2 Afasia .....	10
2.1.2.1 Afasia motorik .....	10
2.1.2.2 Gejala klinis afasia motorik .....	10
2.2 Anatomi telapak tangan dan persendian .....	10
2.2.1 Anatomi telapak tangan .....	11
2.2.1.1 Bagian tulang telapak tangan .....	11
2.2.1.2 Bagian lunak telapak tangan .....	12
2.2.2 Persendian .....	14
2.2.2.1 Macam – macam sendi .....	14
2.3 Gyroscope .....	16
2.4 Kontroller .....	17
2.4.1 Arduino .....	17
2.4.1.1 Catu daya .....	18

2.4.1.2 Memory .....	19
2.4.2 Raspberry Pi (mini-pc) .....	19
2.4.2.1 Rapberry Pi model B+ .....	19
2.4.2.2 SoC Raaspberry Pi 3B .....	21
2.4.2.3 CPU, GPU dan RAM .....	21
2.4.2.4 Networking dan bluetooth .....	22
2.4.2.5 GPIO .....	22
2.5 ADC .....	23
2.6 Komunikasi Serial .....	24
2.6.1 SPI .....	24
2.6.2 USB (Universal Serial Bus) .....	29
2.7 Modul Wireless nRF24L01 .....	29
2.8 WTV020-16p .....	30
<b>BAB III PERANCANGAN HARDWARE DAN SISTEM AKUISISI</b>	<b>33</b>
3.1 Perancangan Hardware Subjek .....	33
3.1.1 Persendian pada tangan .....	34
3.1.2 Kekuatan .....	34
3.1.3 Perancangan sensor .....	35
3.1.4 Sarung tangan .....	38
3.2 Perancangan pengolahan .....	38
3.2.1 Thersholding .....	39
3.2.2 Binerisasi .....	41
3.2.3 Karakterisasi .....	41
3.3 Perancangan hardware pada perawat .....	43
3.3.1 Pengiriman data .....	43
3.3.2 Penerimaan data .....	45
3.3.3 Output suara.....	45
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA</b> .....	<b>49</b>
4.1 Penentuan Thersholding .....	49
4.2 Pengujian gerakan .....	54
4.2.1 Gerakan 1 jari .....	54
4.2.2 Gerakan 2 jari.....	61
4.2.3 Gerakan 3 jari.....	70
4.2.4 Gerakan 4 jari .....	76
4.2.5 Gerakan 5 jari.....	78

4.3 Akurasi data gerakan dengan metode thresholding secara langsung .....	79
4.3.1 Gerakan 1 jari .....	80
4.3.2 Gerakan 2 jari .....	90
4.3.3 Gerakan 3 jari .....	101
4.3.4 Gerakan 4 jari .....	109
4.3.5 Gerakan 5 jari .....	111
4.4 Inisialisasi aktifitas .....	115
4.5 Kirim dan Terima data .....	117
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	119
5.1 Kesimpulan .....	119
5.2 Saran .....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	121
<b>LAMPIRAN</b> .....	125
<b>BIOGRAFI PENULIS</b> .....	143

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi tulang telapak tangan .....	12
Gambar 2.2 Anatomi otot telapak tangan.....	13
Gambar 2.3 Diseksi superfisial telapak tangan .....	14
Gambar 2.4 Sendi peluru pada gelang panggul .....	15
Gambar 2.5 Sendi engsel pada siku .....	15
Gambar 2.6 Sendi pelana .....	15
Gambar 2.7 Sendi geser pada telapak kaki .....	16
Gambar 2.8 Spesifikasi Pin ENC-03 RC .....	16
Gambar 2.9 arah putaran GY-35 .....	16
Gambar 2.10 Board arduino .....	18
Gambar 2.11 Kabel USB.....	18
Gambar 2.12 Raspberry pi B+ tampak atas.....	20
Gambar 2.13 Raspberry pi B tampak bawah.....	20
Gambar 2.14 Raspberry pi 3 model B.....	21
Gambar 2.15 GPIO Raspberry Pi B+.....	23
Gambar 2.16 ADC dengan kecepatan sampling rendah dan tinggi.....	23
Gambar 2.17 Setup hardware SPI.....	25
Gambar 2.18 Transfer data 1 SPI.....	26
Gambar 2.19 Transfer data 2 SPI.....	26
Gambar 2.20 Transfer data 3 SPI.....	27
Gambar 2.21 Transfer data 4 SPI.....	27
Gambar 2.22 Diagram interface SPI .....	28
Gambar 2.23 Konektor USB .....	29
Gambar 2.24 modul nRF24L01 .....	30
Gambar 2.25 modul wtv020-sd audio.....	30
Gambar 2.26 Pin pada WTV020-16p .....	31
Gambar 2.27 Diagram WTV020 tanpa amplifier .....	32
Gambar 2.28 Diagram WTV020 dengan amplifier .....	32
Gambar 3.1 Blok diagram sistem .....	33
Gambar 3.2 Diagram identifikasi gerakan .....	33
Gambar 3.3 Metacarpophalangeal joint .....	34
Gambar 3.4 Sensor pada masing-masing jari.....	36
Gambar 3.5 Proses kinematika terjadi .....	36

Gambar 3.6 Gy-35 .....	37
Gambar 3.7 Posisi horizontal ENC-03 RC .....	37
Gambar 3.8 Gerakan jari pasien.....	37
Gambar 3.9 Diagram wiring sensor, ADC dan Raspberry Pi 3 GPIO .....	37
Gambar 3.10 Perangkat ADC .....	38
Gambar 3.11 Desain sarung tangan.....	39
Gambar 3.12 Rancangan sistem pengolahan .....	40
Gambar 3.13 Grafik ketika thresholding jari jempol bergerak .....	42
Gambar 3.14 ASCII.....	43
Gambar 3.15 Blok diagram hardware perawat .....	44
Gambar 3.16 Komunikasi Raspberry Pi 3 dengan arduino Uno .....	45
Gambar 3.17 Komunikasi Arduino dengan nRF24L01 .....	45
Gambar 3.18 Hardware pada perawat .....	46
Gambar 3.19 Wiring hardware perawat.....	47
Gambar 4.1 Grafik 4 kali percobaan gerakan jari jempol .....	51
Gambar 4.2 Grafik jari telunjuk .....	51
Gambar 4.3 Grafik jari tengah .....	52
Gambar 4.4 Grafik jari manis .....	53
Gambar 4.5 Grafik jari kelingking .....	53
Gambar 4.6 Grafik gerakan jari jempol.....	54
Gambar 4.7 Grafik gerakan jari telunjuk .....	56
Gambar 4.8 Grafik gerakan jari tengah .....	57
Gambar 4.9 Grafik gerakan jari manis .....	58
Gambar 4.10 Grafik gerakan jari kelingking .....	60
Gambar 4.11 Grafik gerakan jari jempol dan telunjuk .....	61
Gambar 4.12 Grafik gerakan jari jempol dan tengah .....	63
Gambar 4.13 Grafik gerakan jari jempol dan manis .....	64
Gambar 4.14 Grafik gerakan jari jempol dan kelingking .....	65
Gambar 4.15 Grafik gerakan jari telunjuk dan tengah .....	67
Gambar 4.16 Grafik gerakan jari manis dan kelingking .....	69
Gambar 4.17 Grafik gerakan jari jempol, telunjuk dan tengah.....	70
Gambar 4.18 Grafik gerakan jari jempol, tengah dan manis .....	72
Gambar 4.19 Grafik gerakan jari jempol, manis dan kelingking .....	73
Gambar 4.20 Grafik gerakan jari tengah, manis dan kelingking .....	73
Gambar 4.21 Grafik gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking .....	77

Gambar 4.22 Grafik gerakan seluruh jari.....	79
Gambar 4.23 Raw data gerakan jempol.....	81
Gambar 4.24 grafik parameter data jari jempol.....	81
Gambar 4.25 Raw data gerakan telunjuk .....	83
Gambar 4.26 grafik parameter data jari telunjuk.....	83
Gambar 4.27 Raw data gerakan tengah.....	85
Gambar 4.28 grafik parameter data jari tengah .....	85
Gambar 4.29 Raw data gerakan manis.....	87
Gambar 4.30 grafik parameter data jari manis .....	87
Gambar 4.31 Raw data gerakan kelingking .....	89
Gambar 4.32 grafik parameter data jari kelingking.....	89
Gambar 4.33 Raw data gerakan jempol dan telunjuk .....	91
Gambar 4.34 grafik parameter data jari jempol dan telunjuk.....	91
Gambar 4.35 Raw data gerakan jempol dan tengah .....	93
Gambar 4.36 grafik parameter data jari jempol dan tengah.....	93
Gambar 4.37 Raw data gerakan jempol dan manis .....	94
Gambar 4.38 grafik parameter data jari jempol dan manis .....	95
Gambar 4.39 Raw data gerakan jempol dan kelingking .....	96
Gambar 4.40 grafik parameter data jari jempol dan kelingking.....	97
Gambar 4.41 Raw data gerakan telunjuk dan tengah .....	98
Gambar 4.42 grafik parameter data jari telunjuk dan tengah .....	98
Gambar 4.43 Raw data gerakan manis dan kelingking.....	100
Gambar 4.44 grafik parameter data jari manis dan kelingking .....	100
Gambar 4.45 Raw data gerakan jempol, telunjuk dan tengah.....	102
Gambar 4.46 grafik parameter data jari jempol, telunjuk dan tengah ...	102
Gambar 4.47 grafik parameter data jari jempol, telunjuk dan tengah ...	102
Gambar 4.48 Raw data gerakan jempol, tengah dan manis .....	104
Gambar 4.49 grafik parameter data jari jempol, tengah dan manis (1) .	104
Gambar 4.50 grafik parameter data jari jempol, tengah dan manis (2) .	104
Gambar 4.51 Raw data gerakan jempol, manis dan kelingking .....	106
Gambar 4.52 grafik parameter data jari jempol, manis dan kelingking1	106
Gambar 4.53 grafik parameter data jari jempol, manis dan kelingking2	107
Gambar 4.54 Raw data gerakan tengah, manis dan kelingking .....	108
Gambar 4.55 grafik parameter data jari tengah, manis dan kelingking1	108
Gambar 4.56 grafik parameter data jari tengah, manis dan kelingking2	109

Gambar 4.57 Raw data gerakan telunjuk tengah, manis dan kelingking 110

Gambar 4.58 grafik parameter data jari telunjuk tengah, manis dan kelingking1 ..... 110

Gambar 4.59 grafik parameter data jari telunjuk tengah, manis dan kelingking2 ..... 111

Gambar 4.60 Raw data gerakan seluruh jari..... 112

Gambar 4.61 grafik parameter data seluruh jari 1 ..... 112

Gambar 4.62 grafik parameter data seluruh jari 2..... 113

Gambar 4.63 Papan gambar aktifitas pasien afasia 1 ..... 116

Gambar 4.64 Papan gambar aktifitas pasien afasia 2..... 116

Gambar 4.65 Terima data..... 117

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 data angka kejadian afasia di instalasi rehabilitasi medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado tahun 2015 .....	1
Tabel 2.1 operating ENC-03 RC (Murata) .....	16
Tabel 2.2 Referensi nRF24L01 .....	29
Tabel 2.3 Pin pada nRF24L01(learn.adafruit.com) .....	30
Tabel 2.4 Pin pada WTV020-16p .....	31
Tabel 3.1 Jari jempol bergerak .....	40
Tabel 3.2 Susunan binerisasi pada gerakan jari .....	41
Tabel 3.3 Susunan karakterisasi pada gerakan jari .....	42
Tabel 4.1 Gerakan jari jempol .....	49
Tabel 4.2 Jari jempol .....	55
Tabel 4.3 Jari telunjuk .....	56
Tabel 4.4 Jari tengah .....	57
Tabel 4.5 Jari manis .....	59
Tabel 4.6 Jari kelingking .....	60
Tabel 4.7 Jari jempol dan telunjuk .....	62
Tabel 4.8 Jari jempol dan tengah .....	63
Tabel 4.9 Jari jempol dan manis .....	65
Tabel 4.10 Jari jempol dan kelingking .....	66
Tabel 4.11 Jari telunjuk dan tengah .....	68
Tabel 4.12 Jari manis dan kelingking .....	69
Tabel 4.13 Jari jempol, telunjuk dan tengah .....	71
Tabel 4.14 Jari jempol, tengah dan manis .....	72
Tabel 4.15 Jari jempol, manis dan kelingking .....	74
Tabel 4.16 Jari tengah, manis dan kelingking .....	76
Tabel 4.17 Jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking .....	78
Tabel 4.18 Jari jempol, telunjuk, tengah, manis dan kelingking .....	79
Tabel 4.19 data luasan jari jempol .....	80
Tabel 4.20 Jari telunjuk .....	82
Tabel 4.21 Jari tengah .....	84
Tabel 4.22 Jari manis .....	86
Tabel 4.23 Jari kelingking .....	88
Tabel 4.24 Jari jempol dan telunjuk .....	90

Tabel 4.25 Jari jempol dan tengah.....	92
Tabel 4.26 Jari jempol dan manis.....	93
Tabel 4.27 Jari jempol dan kelingking.....	95
Tabel 4.28 Jari telunjuk dan tengah.....	97
Tabel 4.29 Jari manis dan kelingking .....	99
Tabel 4.30 Jari jempol, telunjuk dan tengah .....	101
Tabel 4.31 Jari jempol, tengah dan manis.....	103
Tabel 4.32 Jari jempol, manis dan kelingking .....	105
Tabel 4.33 Jari tengah, manis dan kelingking .....	107
Tabel 4.34 Jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking .....	109
Tabel 4.35 Seluruh jari.....	111
Tabel 4.36 Susunan binerisasi.....	114
Tabel 4.37 Karakterisasi inisialisasi pengujian .....	114
Tabel 4.38 Inisialisasi gerakan .....	115
Tabel 4.39 Inisialisasi aktifitas .....	117
Tabel 4.40 Jarak uji nRF24L01 .....	118

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang

Serangan stroke bisa membuat kualitas hidup seseorang menurun. Karena pasca serangan stroke selain meninggalkan kecacatan berupa kelumpuhan juga meninggalkan gangguan berbahasa atau yang dikenal dengan sebutan *afasia*. Pada Umumnya afasia muncul bila otak kiri terganggu. Pada otak kiri bagian depan berperan untuk kelancaran menuturkan isi pikiran dalam bahasa dengan baik, dan otak kiri bagian belakang untuk mengerti bahasa yang didengar dari lawan bicara. *Afasia* adalah kehilangan sebagian atau seluruh kemampuan bicara karena penyakit, cacat atau cedera pada otak. *Afasia motorik* merupakan salah satu gangguan komunikasi yang ditandai dengan ketidakmampuan pasien mengungkapkan isi pikiran dengan menggunakan perkataan tetapi pasien masih memahami lisan dan tulisan orang lain ref[24]. Berikut data angka kejadian afasia di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D Kandou Manado tahun 2015.

**Tabel 1.1** Data angka kejadian afasia di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D Kandou Manado tahun 2015 [17]

Angka kejadian afasia pada stroke di Instalasi Rehabilitasi Medik					
RSUP Prof. Dr. R. D Kandou Manado tahun 2015					
no	Variabel	stroke	%	afasia	%
1	Usia				
	< 30	3	0,7	0	0
	30-39	29	5,4	5	8,3
	40-49	70	15,4	15	25
	50-59	141	31	16	26,7
	≥60	212	46,6	26	40
2	jenis kelamin				
	laki	268	58,9	35	58,3

	perempuan	187	41,1	25	41,7
3	tipe stroke				
	himoragik	152	33,4	24	40
	non himoragik	303	66,6	36	60

Hambatan komunikasi pasien merupakan pemicu pasien afasia kerap kali marah-marah. Dalam berkomunikasi pelafalan yang terlalu cepat dan tidak jelas dari pasien kerap kali membuat sang keluarga atau perawat bingung sehingga menimbulkan rasa frustrasi bagi pasien ref[18]. Salah satu metode untuk berkomunikasi dengan pasien afasia menggunakan papan berisi gambar atau tulisan, yang mana pasien akan menulis atau pasien akan menunjuk gambar yang sudah tersedia akan tetapi komunikasi papan gambar dirasa kurang efektif karena baik dari perawat dan pasien harus saling mencocokkan kehendak dari pasien sehingga diperlukan waktu yang cukup lama untuk memahami keinginan pasien. Pada metode komunikasi papan gambar juga menjadi kesulitan tersendiri bagi sang perawat selain dalam memahami keinginan pasien, metode ini mengharuskan sang perawat disamping pasien secara terus menerus ref[4].

Sinyal *biomekanik* merupakan salah satu sinyal *biomedis* yang memanfaatkan gerakan *kinematik* pada bagian tubuh. Gerakan isyarat menjadi salah satu solusi yang dapat membantu komunikasi pasien *afasia motorik pasca stroke*. Pemanfaatan kinematik dasar pada anggota tubuh yang aktif akan digunakan sebagai gerakan isyarat sederhana. Sistem komunikasi yang akan diterapkan berupa komunikasi *wireless* sehingga sang perawat tidak harus berada disisi pasien secara terus – menerus. Pada penelitian ini menggabungkan gerakan isyarat sederhana dari pasien kemudian diterjemahkan dalam bentuk ungkapan sederhana dengan memanfaatkan radio frekuensi untuk pengirimannya dan keluarannya berupa audio.



## 1.2 Rumusan masalah

Pada penelitian tugas akhir ini permasalahan yang dibahas sebagai berikut:

1. Bagaimana mendeteksi gerakan pasien yang terbatas?
2. Bagaimana metode pengolahan yang tepat untuk komunikasi isyarat dari pasien melalui gerakan sederhana pasien?
3. Bagaimana *hardware* agar pasien mampu berkomunikasi jarak jauh dengan perawat?

## 1.3 Batasan masalah

Dalam menyelesaikan permasalahan pada tugas akhir ini diperlukan batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Pasien pascastroke mengalami lumpuh sebagian dan *afasia motorik*
2. Anggota gerak pada pasien yang masih aktif memiliki tingkat kekuatan otot (ROM) minimal skala 2.
3. Ruang lingkup pasien berada dalam satu rumah dengan maksimal ketinggian gedung 4 lantai dan lebar gedung 70m.

Pembatasan ini digunakan agar pembahasan dalam penelitian ini difokuskan pada topik yang seharusnya dibahas selama tugas akhir ini berlangsung.

## 1.4 Tujuan

Penelitian pada tugas akhir ini bertujuan untuk memberikan solusi pada sistem komunikasi pasien *afasia motorik* dengan menggunakan dasar *kinematika* pada anggota tubuh yang aktif yang dirincikan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode yang tepat untuk mendeteksi gerakan pasien yang terbatas.
2. Pengolahan sinyal *biomekanik* yang tepat sehingga gerakan isyarat pasien dapat dimengerti oleh perawat.
3. Implementasi sistem *hardware* yang tepat agar pasien dapat nyaman menggunakan dan efisien bagi perawat.

Dengan adanya perancangan penelitian ini diharapkan dapat memberikan mafaat, antara lain:

1. Menambahkan pemanfaatan lebih pada sinyal *biomekanik*.
2. Memberikan metode komunikasi yang efektif bagi pasien *afasia motorik* dan perawat.
3. Membantu perawat dalam menjalankan kegiatan sehari – hari tanpa harus menunggu pasien afasia selama 24 jam.

## 1.5 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Mencari dan mempelajari beberapa buku, paper, jurnal, artikel maupun literatur ilmiah lainnya mengenai teori dan hal-hal teknis lain yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir. Selain itu juga melakukan internet *research*, yaitu mencari informasi-informasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas akhir pada beberapa *website* melalui internet. Pada tahap ini akan dipelajari macam sensor IMU(*Inertia Measurement Unit*), persendian pada daerah telapak tangan dan penerapan metode komunikasi menggunakan papan bergambar menjadi gerakan isyarat.

### 2. Perancangan Hardware

Merancang desain *hardware* agar pasien dapat memakai dengan nyaman, dengan mencoba berbagai desain yang ada dalam bentuk sarung tangan. Mencoba sarung tangan yang telah diberi sensor kemudian mencari letak agar pembacaan sensor sesuai dengan gerakan pasien dan pasien nyaman dengan adanya sensor tersebut. Menimbalisir sistem elektronik yang akan digunakan pada pasien.

### 3. Sistem Akuisisi dan Perancangan Program

Pengambilan data gerakan menggunakan sensor IMU dengan melakukan berbagai macam gerakan dasar yang mampu dilakukan oleh pasien. Perancangan program dilakukan untuk mendeteksi adanya gerakan pasien yang ditandai dengan adanya perubahan gerakan singkat oleh

pasien. Pada program akan dimulai dengan mengidentifikasi nilai gerakan yang dilakukan oleh pasien.

4. Pengolahan dan Analisa Data

Pengolahan merupakan lanjutan dari identifikasi nilai gerakan pasien yang merupakan tahapan analisa data dan dari data tersebut dilakukan binerisasi setiap gerakan pasien sehingga diperoleh isyarat gerakan yang siap untuk dikirim sehingga dapat tersampaikan ke perawat. Terdapat dua macam output pada masing-masing perangkat. Untuk pasien output berupa data informasi yang siap diterima oleh perangkat perawat. Sedangkan pada perawat output berupa rekaman audio.

5. Evaluasi dan Perbaikan

Merupakan langkah untuk melakukan pengamatan berlebih terhadap data output gerakan isyarat pasien dengan data terima oleh perangkat pada perawat. Evaluasi ini digunakan untuk mengetahui apakah sudah sesuai antara gerakan pasien dengan output audio yang diharapkan oleh pasien. Jika keduanya sudah sesuai antara data output perangkat pasien dengan data terima perangkat perawat, maka langkah evaluasi tidak perlu dilakukan. Namun, jika masih terdapat kesalahan atau ketidaksesuaian diantara keduanya, maka langkah perbaikan akan diambil untuk memberikan solusi. Perbaikan bisa dilakukan terhadap analisa data dan program pengolahan.

6. Penarikan Kesimpulan

Hasil analisa data akan menghasilkan sebuah kesimpulan dalam penelitian ini. Kesimpulan ini akan dituangkan sebagai penutup pada tugas akhir ini. Kesimpulan diharapkan sejalan dengan tujuan awal penelitian.

## **1.6 Sistematika pembahasan**

Pembahasan dalam tugas akhir ini akan dibagi dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

### **Bab I      Pendahuluan**

bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi, sistematika pembahasan dan relevansi.

**Bab II Landasan Teori dan Teori Penunjang**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka mengenai pasien *afasia motorik* akibat stroke secara umum, kelumpuhan, *afasia motorik* sensor *Gyroscope*, persendian pada tangan, *kontroller* dan proses pengiriman data.

**Bab III Perancangan Sistem**

Bab ini berisi penjelasan metode pengambilan data dengan langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penelitian. Dijelaskan pula spesifikasi sensor IMU yang digunakan, perangkat tambahan untuk pengiriman data serta penerima data yang digunakan, perangkat untuk pengolahan data serta perangkat untuk pemutar audio sebagai outputan.

**Bab IV Hasil dan Analisa Data**

Pada bab ini akan diberikan kumpulan hasil data pengamatan gerakan yang telah didapatkan. Data diolah menjadi kumpulan gerakan isyarat pasien. Gerakan pasien akan dianalisa mulai dari output pada perangkat pasien sampai pada data yang diterima oleh perangkat perawat untuk mengetahui kesesuaiannya.

**Bab V Penutup**

Pada bab ini berisi kesimpulan hasil pengujian dan saran.

## **1.7 Relevansi**

Hasil dari yang didapat pada tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat dan solusi sekaligus sebagai referensi untuk bidang *instrumentasi biomedik* terutama untuk perangkat komunikasi dengan isyarat. Mengingat beragamnya teknologi komunikasi dengan bahasa isyarat, penelitian ini bisa menjadi awal pengembangan penelitian

lain berbasis sinyal *biomekanis* yang dapat dikolaborasikan dengan tenaga medis dalam bidang penanganan pasien *pasca* stroke.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

Pada penelitian ini teori yang mendukung seperti pengertian pasien *pascastroke*, *afasia motorik*, anatomi dan *joint* pada telapak tangan, sensor *gyroscope*, Arduino Uno, Raspberry Pi 3, ADC, komunikasi SPI dan USB.

#### **2.1 Pascastroke**

Pasien *pascastroke* mengalami disabilitas akibat kerusakan otak setelah serangan stroke terjadi, yaitu disabilitas fisik, perubahan gaya hidup, gangguan *kognitif*, dan gangguan emosional ref[6]. Bila dibandingkan dengan penyakit kronis lain, stroke memiliki peluang lebih besar dalam mengakibatkan kelumpuhan dan menimbulkan perubahan psikologis termasuk perubahan emosional, perilaku dan *kognitif* pada pasien ref[14].

##### **2.1.1 Kelumpuhan**

Kurangnya aliran darah ke otak dapat menyebabkan tubuh Anda lumpuh, biasanya hanya pada satu sisi tubuh. Selain itu, anda juga tidak dapat mengendalikan otot-otot tertentu, seperti pada salah satu lengan atau wajah. Hal ini dapat menyebabkan Anda mengalami kesulitan untuk melakukan beberapa jenis kegiatan sehari-hari, seperti berjalan, makan, minum, dan berpakaian ref[5]. Kelumpuhan yang diakibatkan oleh penyakit stroke ada dua macam yaitu *Hemiplegia* kondisi jika satu tangan atau satu kaki atau bahkan satu sisi wajah menjadi lumpuh dan tak dapat bergerak. *Hemiparesis* adalah jika satu tangan atau satu kaki atau satu sisi wajah menjadi lemah, namun tak sepenuhnya lumpuh. *Hemiplegia* terbagi dalam kiri dan kanan. Apabila sudah mengalami kondisi seperti ini maka sudah pada tahap yang serius. Akibatnya adalah tubuh tidak bisa bergerak karena kaku. Dan bahkan hal paling serius bisa terjadi pada otot-otot tubuh dan akan sulit untuk melakukan aktifitas makan ref[19].

## 2.1.2 Afasia

Afasia adalah gangguan kemampuan berbahasa. Para penderita afasia dapat mengalami gangguan berbicara, memahami sesuatu, membaca, menulis, dan berhitung. Penyebab *afasia* selalu berupa cedera otak ref[17]

### 2.1.2.1 Afasia motorik (Afasia Broca)

*Broca afasia* (juga disebut anterior, motorik, atau afasia ekspresif) ditandai dengan tidak adanya gangguan spontan berbicara, sedangkan pemahaman hanya sedikit terganggu. Pasien dapat berbicara dengan susah payah, memproduksi kata kata yang goyah dan tidak lancar. Penamaan, pengulangan, membaca dengan suara keras, dan menulis juga terganggu ref[9].

#### 2.1.2.2 Gejala klinis afasia borca

*Afasia Broca*

- Bicara tidak lancar
- Tampak sulit memulai bicara
- Kalimatnya pendek
- Repetisi buruk
- Kemampuan menamai buruk (*anomia*)
- Pemahaman lumayan
- Gramatika bahasa kurang, tidak kompleks ref[26]

## 2.2 Anatomi telapak tangan dan persendian

*Fascia* telapak tangan adalah sinambung dengan *fascia* punggung tangan ke arah *proksimal* sinambung dengan *fascia* lengan bawah. Pada tonjolan – tonjolan *thenar* dan *hypothenar fascia palmaris* ini bersifat tipis, tetapi bagian tengahnya bersifat tebal dengan dibentuknya *aponeurosis palmaris* yang berwujud sebagai lempeng jaringan ikat berserat, dan pada jari – jari tangan dengan membentuk *vagina fibrosa digitimanus*. *Aponeurosis palmaris*, bagian *fascia* tangan dalam yang kuat dan berbatas jelas, menutupi jaringan lunak dan *tendon* otot – otot *fleksor* panjang ref[13].



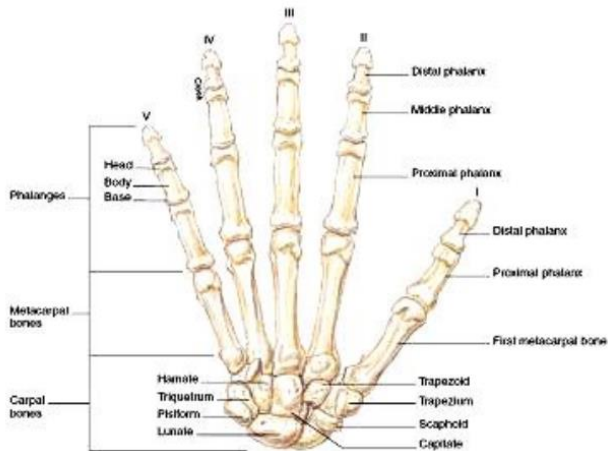
### 2.2.1 Anatomi telapak tangan

Struktur anatomis telapak tangan terdiri dari dua bagian utama yaitu :

- a. Bagian tulang : *Carpal, metacarpal, dan phalangs*.
- b. Bagian lunak: Otot, saraf, *vascular*, jaringan lemak, dan jaringan ikat sendi ref[22] .

#### 2.2.1.1 Bagian tulang telapak tangan

- a. *Carpal*  
Tulang *carpal* terdiri dari 8 tulang pendek yang berartikulasi dengan ujung *distal ulna* dan *radius*, dan dengan ujung *proksimal* dari tulang *metacarpal*. Antara tulang-tulang *carpal* tersebut terdapat sendi geser. Ke delapan tulang tersebut adalah *scaphoid, lunatum, triquetrum, piriformis, trapezium, trapezoid, capitatum, dan hamatum* ref[13].
- b. *Metacarpal*  
*Metacarpal* terdiri dari 5 tulang yang terdapat pada pergelangan tangan dan bagian *proksimalnya* berartikulasi dengan *distal* tulang-tulang *carpal*. Khususnya di tulang *metacarpal* jari 1 (ibu jari) dan 2 (jari telunjuk) terdapat tulang *sesamoid* ref[13].
- c. Tulang-tulang *phalangs*  
Tulang-tulang *phalangs* adalah tulang-tulang jari, terdapat dua *phalangs* di setiap ibu jari (*phalangs proksimal* dan *distal*) dan 3 di masing-masing jari lainnya (*phalangs proksimal, medial, dan distal*). Sendi engsel yang terbentuk antara tulang *phalangs* membuat gerakan tangan menjadi lebih fleksibel terutama untuk menggenggam sesuatu ref[13].



**Gambar 2.1** Anatomi tulang telapak tangan[22]

### 2.2.1.2 Bagian lunak telapak tangan

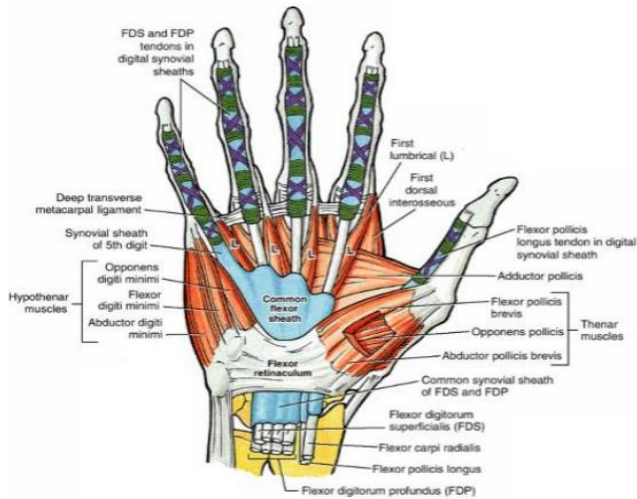
#### a. Otot-otot telapak tangan

Otot-otot *thenar* (*musculus abductor pollicis brevis*, *musculus flexor pollicis brevis*, dan *musculus opponens pollicis* terutama berfungsi untuk mengadakan oposisi *pollex* (*digitus primus*). Gerak majemuk ini dimulai dengan *ekstensi*, lalu dilanjutkan dengan *abduksi*, *fleksi*, *endorotasi*, dan biasanya *aduksi* ref[13].

#### b. Saraf- saraf telapak tangan

Saraf pada telapak tangan adalah *nervus medianus* dan *nervus ulnaris*. *Nervus ulnaris* akan mempersarafi *musculus flexor carpi ulnaris*, *musculus flexor digitorum profundus*/ FDP (untuk *fleksi DIP joint*/ *distal inter phalang joint* jari 4 dan 5), dan sebagian besar otot intrinsik tangan termasuk *lumbricales* (untuk *fleksi MCP/Metacarpo phalangeal* 4 dan 5). *Nervus medianus* mempersarafi semua otot *antebrachium kompartemen anterior flexor* - kecuali *flexor carpi*

*ulnaris* dan m. FDP / *flexor digitorum profundus* jari ke-4 dan ke-5 (bagian *radial*) ref[13].

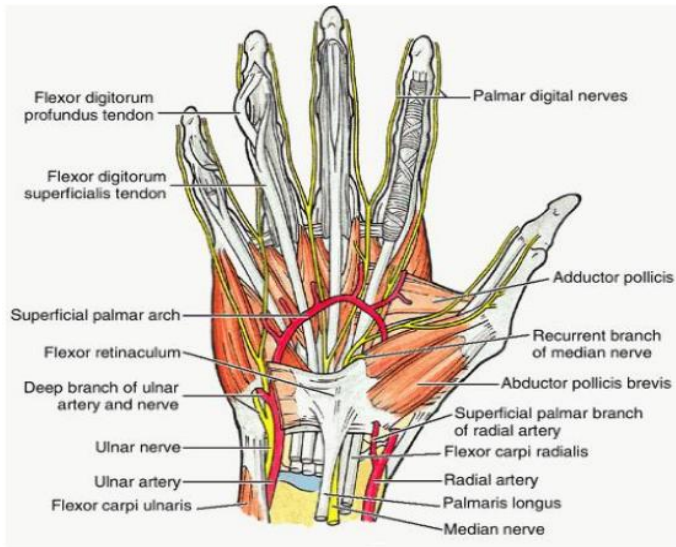


**Gambar 2.2** Anatomi otot telapak tangan [13]

c. Arteri pada telapak tangan

Arteri *ulnaris* mempercabangkan *ramus profundus* dan kemudian berlanjut ke telapak tangan sebagai *arcus palmaris superficialis*. *Arcus palmaris superficialis* adalah lanjutan langsung arteri *ulnaris*. Di *lateral*, *arcus* ini dilengkapi oleh cabang *arteria radialis*. Empat *arteriae digitales* dipercabangkan dari bagian cembung *arcus* dan berjalan ke jari.

Arteri *radialis* membelok ke *medial* di antara *caput obliquum* dan *caput transversum musculi adductor pollicis* dan berlanjut sebagai *arcus palmaris profundus*. *Arcus palmaris profundus* merupakan lanjutan langsung arteri *radialis*. *Arcus arterial palmaris superficialis* dan *profundus* diikuti oleh *arcus venosus palmaris superficialis* dan *profundus* yang menerima darah dari cabang yang sesuai ref[22].



**Gambar 2.3** Diseksi superfisial telapak tangan [13]

### 2.2.2 Persendian

ialah tempat perhubungan antara tulang-tulang atau antara tulang dengan tulang rawan. Secara fungsional sendi dibagi menjadi:

- Synarthrosis* yaitu sendi yang tidak dapat bergerak.
- Amphiarthrosis* yaitu sendi yang pergerakannya sedikit.
- Dyarthrosis* yaitu sendi yang pergerakannya bebas ref[22].

#### 2.2.2.1 Macam-macam sendi

- Sendi peluru (*endartrosis*)

Persendian yang memungkinkan pergerakan ke segala arah. Contoh : hubungan tulang lengan atas dan tulang gelang pinggul.



**Gambar 2.4** Sendi peluru pada gelang panggul [22]

b. Sendi engsel (*gynglumus*)

Persendian yang memungkinkan gerakan satu arah.

Contoh : sendi pada lutut dan siku.



**Gambar 2.5** Sendi engsel pada siku [22]

c. Sendi putar (*trokoidea*)

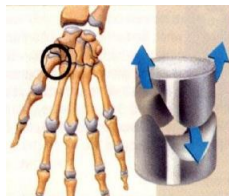
Persendian yang memungkinkan gerakan berputar (rotasi).

Contoh: hubungan tulang tengkorak dengan tulang belakang I (*atlas*).

d. Sendi pelana (*sellaris*)

Kedua ujung tulang membentuk seperti pelana.

Contoh : sendi pada tulang ibu jari dengan telapak tangan.



**Gambar 2.6** sendi pelana [22]

e. Sendi ellips (*ellipsoidea*)

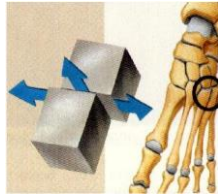
Kedua ujung tulang berbentuk oval.

Contoh : pergelangan tangan.

f. Sendi geser

Berupa pergeseran pada tulang.

Contohnya gerakan pada sendi-sendi diantara tulang-tulang *carpalia* dan *tarsalia*.



**Gambar 2.7** Sendi geser pada telapak kaki [22]

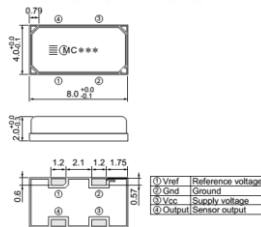
## 2.3 Gyroscope

*Gyroscope* (gasing) berasal dari kata “gyros” yang artinya berputar, dan “schopein” yang artinya melihat. Pengertian secara umum, bahwa *gyro-scope* adalah benda yang menyerupai roda yang berputar pada porosnya dengan kecepatan tinggi (6000 putaran per menit atau lebih) dan dapat bergerak bebas sekeliling 3 arah poros yang berdiri tegak lurus satu sama lain, dimana arah poros-poros tersebut saling memotong di titik berat benda.

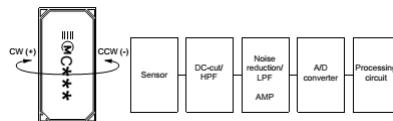
*Syarat Gyroscope*

- Resultan semua gaya harus bertumpu pada titik berat gasing.
- Ketiga poros harus berdiri tegak lurus satu sama lain.
- Ketiga poros harus saling memotong di titik berat gasing.
- Kecepatan putar harus cukup besar dan tetap, sehingga dapat berlaku hukum Gasing I (antara 6.000 sampai 13.000 rpm) ref[24].

GY-35, salah satu sensor *gyroscope analog* dengan ic *enc-03 RC*, memiliki 4 output dengan rincian gambar dibawah ini.



**Gambar 2.8** Spesifikasi Pin ENC-03 RC[2]



**Gambar 2.9** arah putaran GY-35[2]

**Tabel 2.1** operating ENC-03 RC [2]

Part Number	Resonance Frequency (kHz)	Supply Voltage	Maximum Angular Velocity (deg./sec.)	Output (at Angular Velocity=0)	Scale Factor	Linearity (%FS)	Response (Hz)	Weight (g)
ENC-03RC-R	30.8	2.7-5.25V	±300	1.35Vdc	0.67mV/deg./sec.	±5	50	0.2
ENC-03RD-R	32.2	2.7-5.25V	±300	1.35Vdc	0.67mV/deg./sec.	±5	50	0.2

## 2.4 Kontroller

Rangkaian kendali atau rangkaian kontrol semakin banyak dibutuhkan untuk mengendalikan berbagai peralatan yang digunakan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Dari rangkaian kendali inilah akan tercipta suatu alat yang dapat mengendalikan sesuatu. Rangkaian kendali atau rangkaian kontrol adalah rangkaian yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat melakukan fungsi-fungsi kontrol tertentu sesuai dengan kebutuhan ref[27].

### 2.4.1 Arduino

Uno Arduino adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz *osilator kristal*, koneksi USB, *jack* listrik tombol *reset*. Pin-pin ini berisi semua

yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. *Board* Arduino Uno memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut :

- a. 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang deka ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai buffer untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan Prosesor yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.
- b. *Circuit Reset* ref[16].



**Gambar 2.10** Board Arduino[16]



**Gambar 2.11** Kabel USB [16]

#### 2.4.1.1 Catu daya

Arduino dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber listrik dipilih secara otomatis. Eksternal (nonUSB) daya dapat datang baik dari AC-DC adaptor atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1mm ke dalam board colokan listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *headerpin Gnd* dan *Vin* dari konektor



Power. Board dapat beroperasi pada pasokan daya dari 6 - 20 volt. Jika diberikan dengan kurang dari 7V, bagaimana pun, pin 5V dapat menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* mungkin tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12V, *regulator* tegangan bisa panas dan merusak *board*. Rentang yang dianjurkan adalah 7 - 12 volt.

Pin catu daya :

- a. VIN Tegangan input ke board Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan dari 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya lainnya diatur). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini, atau, jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
- b. 5V, Catu daya diatur digunakan untuk daya mikrokontroler dan komponen lainnya di board. Hal ini dapat terjadi baik dari VIN melalui *regulator onboard*, atau diberikan oleh USB .
- c. 3,3 volt pasokan yang dihasilkan oleh *regulator onboard*. Menarik arus maksimum adalah 50 mA.
- d. GND ref[16].

#### **2.4.1.2 Memory**

ATmega328 ini memiliki 32 KB dengan 0,5 KB digunakan untuk loading file. Ia juga memiliki 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM ref[16].

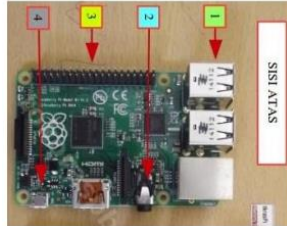
#### **2.4.2 Raspberry Pi (Mini-PC)**

Raspberry Pi adalah komputer berukuran kartu kredit yang dikembangkan di Inggris oleh Yayasan Raspberry Pi dengan tujuan untuk mempromosikan pengajaran ilmu pengetahuan dasar komputer di sekolah. Raspberry Pi diproduksi melalui lisensi manufaktur yang berkaitan dengan elemen 14/Premier Farnell dan RS komponen ref[8].

##### **2.4.2.1 Raspberry Pi model B+**

Dirilis pada bulan Juli 2014, Model B+ merupakan revisi terbaru dari Model B. Terdapat 4 slot USB dan 40 pin

GPIO. Slot Power micro USB di ubah ke sebelah kanan dan slot kartu SD juga telah diganti dengan slot micro SD yang jauh lebih kuat ref[8].



**Gambar 2.12** Raspberry Pi B+ tampak atas[8]



**Gambar 2.13** Raspberry Pi B tampak bawah[8]

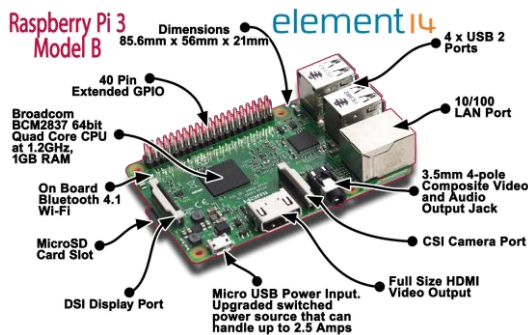
Berikut ini adalah penjelasan petunjuk nomor pada gambar Raspberry Pi tampak atas dan bawah

1. Slot USB
2. Slot Mini RCA (RCA + Audio)
3. 40 Pin GPIO
4. Slot Power micro USB
5. Slot MicroSD

Berikut ini adalah spesifikasi Raspberry pi B+ :

1. Broadcom BCM2835 SoC
2. 700 MHz ARM1176JZF-S core CPU
3. Broadcom VideoCore IV GPU
4. 512 MB RAM
5. 4 x USB2.0 Ports with up to 1.2A output
6. Expanded 40-pin GPIO Header
7. Video/Audio Out via 4-pole 3.5mm connector, HDMI, atau Raw LCD (DSI)

8. Storage: microSD
9. 10/100 Ethernet (RJ45)
10. 27 x GPIO
11. UART
12. I2C bus
13. SPI bus with two chip selects
14. Power Requirements: max 5V and minimal arus 700 mA via MicroUSB atau GPIO Header
15. Supports Debian GNU/Linux ref[8]



**Gambar 2.14** Raspberry Pi 3 model B [8]

#### 2.4.2.2 SoC Raspberry Pi 3 B

Raspberry Pi 3 yang baru ini, menggunakan system on-chip (SoC) dari jenis Broadcom BCM2837 maka ini akan dipersenjatai dengan menggunakan prosesor yang juga berperforma tinggi yakni jenis ARM Cortex-A53 yang untuk prosesor ini akan memiliki empat core dengan menggunakan kecepatan 1.2GHz dengan cache akan memory Level 1 dan sebesar 32 kB dan juga untuk Level 2 dengan menggunakan kapasitas 512 kb ref[8].

#### 2.4.2.3 CPU, GPU, dan RAM

Beralih ke CPU, maka untuk Raspberry Pi 3 ini akan menggunakan CPU dengan jenis  $4 \times$  ARM Cortex-A53,

dengan kecepatan akan CPU ini adalah 1.2G Hz yang baik untuk kinerja dari Raspberry Pi 3. sedangkan dalam hal GPU, maka Raspberry Pi 3 ini lebih memilih untuk menggunakan Broadcom Video Core IV untuk membantu kerja dari CPU ini sendiri. serta dalam hal RAM Raspberry Pi 3 ini mempunyai kapasitas RAM yang lumayan yaitu sekitar 1GB LPDDR2 (900 MHz). Dengan ini maka akan cukup untuk menyimpan beberapa data ref[9].

#### **2.4.2.4 Networking dan bluetooth**

Dalam Networking, Raspberry Pi 3 ini menggunakan 10/100 Ethernet, dengan kecepatan 2.4 GHz 802.11n wireless. Raspberry Pi 3 memang menggunakan chip SMSC LAN9514 sama seperti Raspberry Pi 2, yang akan mendukung konektivitas jenis Ethernet dan menggunakan USB dengan empat channel pada board dari Raspberry Pi 3. Bluetooth pada Raspberry Pi 3 menggunakan Bluetooth v4.1 Classic, merupakan Bluetooth yang Low Energy. Untuk penyimpanan maka Raspberry Pi 3 ini menggunakan jenis Storage yang microSD. Selain itu GPIO yang digunakan dalam Raspberry Pi 3 ini adalah 40-pin header ref[8].

#### **2.4.2.5 GPIO**

Raspberry Pi 3 menggunakan pin header general-purpose-input-output (GPIO) yang sama dengan versi sebelumnya yaitu Model B+ dan Model A+. Perangkat-perangkat sebelumnya yang menggunakan GPIO versi ini akan tetap bisa digunakan tanpa modifikasi apapun. Raspberry pi 3 model B memiliki 40 pin header, selain itu perubahan yang ada pada versi ini hanyalah switch untuk UART yang terekspos pada pin GPIO, tapi penanganannya sekarang secara internal oleh sistem operasi ref[8].

GPIO merupakan sederet pin yang terdiri dari 40 pin dengan berbagai fungsi ref[8].

3.3V	1	2	5V
GPIO2	3	4	5V
GPIO3	5	6	GND
GPIO4	7	8	GPIO14
GND	9	10	GPIO15
GPIO17	11	12	GPIO18
GPIO27	13	14	GND
GPIO22	15	16	GPIO23
3.3V	17	18	GPIO24
GPIO10	19	20	GND
GPIO9	21	22	GPIO25
GPIO11	23	24	GPIO8
GND	25	26	GPIO7
DNC	27	28	DNC
GPIO5	29	30	GND
GPIO6	31	32	GPIO12
GPIO13	33	34	GND
GPIO19	35	36	GPIO16
GPIO26	37	38	GPIO20
GND	39	40	GPIO21

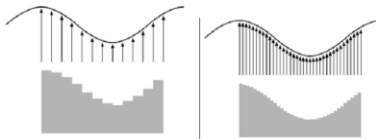
  

Key	
Power +	UART
GND	SPI
PC	GPIO

**Gambar 2.15** GPIO Raspberry Pi B+ [8]

## 2.5 ADC

Analog To Digital Converter (ADC) adalah pengubah input analog menjadi kode – kode digital. ADC banyak digunakan sebagai Pengatur proses industri, komunikasi digital dan rangkaian pengukuran/ pengujian. Umumnya ADC digunakan sebagai perantara antara sensor yang kebanyakan analog dengan sistim komputer seperti sensor suhu, cahaya, tekanan/ berat, aliran dan sebagainya kemudian diukur dengan menggunakan sistim digital (komputer). ADC (Analog to Digital Converter) memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan sampling dan resolusi. Kecepatan sampling suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan sampling biasanya dinyatakan dalam sample per second (SPS) ref[20].



**Gambar 2.16** ADC dengan kecepatan sampling rendah dan tinggi [20]

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh: ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 255 ( $2^n - 1$ ) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit output data digital, ini berarti sinyal input dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit. Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal input dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio input terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar  $60\% \times 255 = 153$  (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner).

$$\text{signal} = (\text{sample}/\text{max\_value}) * \text{reference\_voltage}$$

$$= (153/255) * 5 = 3 \text{ Volts.}$$

## 2.6 Komunikasi data serial

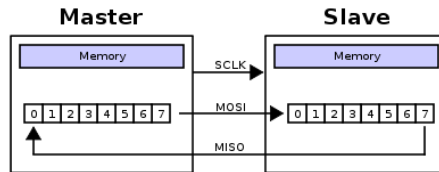
Komunikasi serial adalah komunikasi yang pengiriman datanya per-*bit* secara berurutan dan bergantung. Komunikasi ini mempunyai suatu kelebihan yaitu hanya membutuhkan satu jalur dan kabel yang sedikit dibandingkan dengan komunikasi paralel. Pada prinsipnya komunikasi serial merupakan komunikasi dimana pengiriman data dilakukan per *bit* sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi paralel, atau dengan kata lain komunikasi serial merupakan salah satu metode komunikasi data di mana hanya satu *bit* data yang dikirimkan melalui seuntai kabel pada suatu waktu tertentu ref[20].

### 2.6.1 SPI

*Serial Peripheral Interface* ( SPI ) merupakan salah satu mode komunikasi serial *synchronous* kecepatan tinggi. Komunikasi SPI membutuhkan 3 jalur yaitu MOSI, MISO, dan SCK. Dalam koneksi SPI, device yang terhubung satu sama lain akan bersifat *Full Duplex*, yaitu ada *device* yang

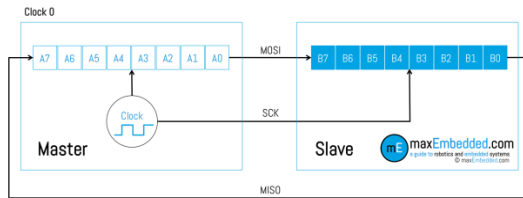
bertindak sebagai *Master* dan *Slave*. *Master device* adalah perangkat yang memulai sambungan dengan cara menginisialisasi *SPI address* dari *slave device*. Lalu *master* dan *slave* dapat mengirim atau menerima data. Hal ini sudah disebutkan sebelumnya bahwa komunikasi *full duplex* yang artinya *master* dan *slave* dapat menerima ataupun mengirim data. *Slave device* dapat menerima atau mengirim data dalam waktu yang bersamaan, itulah yang disebut *Full Duplex* ref[10].

Untuk memulai komunikasi, bus *master* melakukan konfigurasi *clock*, dengan catatan frekuensi atau kecepatan transfer data antara *SPI master device* dan *slave device* harus sama, biasanya bisa mencapai beberapa MHz. *Master* akan memilih perangkat *slave* dengan mengeluarkan logika 0, lalu *master* akan menunggu proses yang telah dijadwalkan di *master* itu sendiri seperti urutan *intrupsi timer*, konversi analog ke digital (ADC), dll. Lalu setelah periode itu selesai *master* akan mengeluarkan *clock* yang pertanda akan dimulainya proses komunikasi Serial ref[10].



**Gambar 2.17** Setup Hardware SPI [10]

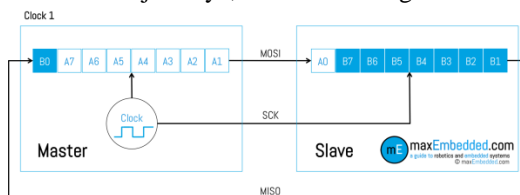
Setiap satu *clock SPI* dilakukan, maka akan terjadi komunikasi *full duplex* antara *master device* dengan *slave device*. *Master* mengirimkan satu *Bit* pada line *MISO*, lalu *slave* akan membacanya. Setelah itu, pada line *MISO* *slave device* akan mengirimkan data kembali ke *master device* dan *master* akan membacanya. Urutan atau *sekuen* ini akan bertahan seperti di atas meskipun kita tidak menggunakan komunikasi *Full Duplex* atau hanya menggunakan satu line komunikasi saja (*simplex*) ref[10].



**Gambar 2.18** Transfer data 1 SPI [10]

Transmisi data akan melibatkan dua *shift register* dari beberapa ukuran data yang diberikan seperti 8 bit, 10 bit ataupun 12 bit. Namun pada umumnya digunakan 8 bit *shift register*. Data yang dikirimkan biasanya akan bergeser satu per satu dari *bit* pertama hingga *bit* kedelapan. Setelah *register* bergeser keluar, berarti *master* dan *slave* sudah bertukar data. Lalu selanjutnya akan bergantian *slave* dan *master*. Jika data yang dikirim banyak, maka *shift register* akan diisi ulang dengan data yang baru. Lalu proses pengirimannya pun diulang. Proses pengiriman akan dihentikan jika *master* mengirim sinyal *toggle* untuk mengakhiri pemilihan *slave* ref[10].

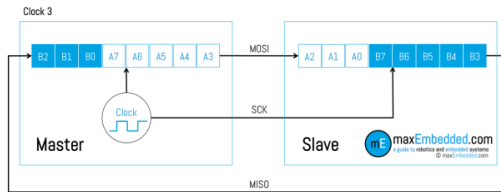
Untuk lebih jelasnya, mari kita lihat gambar berikut ini:



**Gambar 2.19** Transfer data 2 SPI [10]

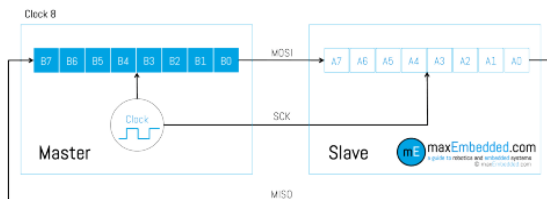
Pada sebelumnya, bisa kita lihat saat *clock* dari *master* memberikan tanda ke *slave device*, *shift register* akan menggeser data di *bit* A0 dari *master*, menempati *bit* ke 7 dari *slave device*. Lalu *bit* B0 dari *slave device* akan menempati *bit* ke 7 dari *master device*. Begitulah proses berulang dan terjadi setiap ada *clock* dari *master* ref[10].





**Gambar 2.20** Transfer data 3 SPI [10]

Pada gambar diatas, kita bisa lihat saat *clock* ke 3 dari *master device* yang mengakibatkan *shift register* menggeser nilai dari *Slave* di bit B2 berpindah menempati bit ke 7 dari *master device*. Lalu bit A2 dari *master device* akan bergeser 1 bit ke bit 7 dari *slave device*. Hal ini akan berjalan sesuai dari perintah *clock* dari *master*. Data dari tiap bit baik dari *master* maupun *slave device* akan bergeser 1 bit sesuai dengan *clock* dari *master*. Selanjutnya kita akan melihat apa yang terjadi saat *clock* mencapai hitungan ke 8 ref[10]



**Gambar 2.21** Transfer data 4 SPI[10]

Pada gambar sebelumnya, semua data sudah berpindah dari *master* ke *slave* dan dari *slave* ke *master*. Hal ini membuktikan bahwa komunikasi SPI adalah komunikasi serial *full duplex*. Biasanya *clock* akan member tanda bahwa SPI akan berakhir dan *master* akan mengulangi untuk memilih *slave device* ref[10].

Sistem pada SPI sebagai berikut:

1. Kedua *device* baik *master* maupun *slave* akan menempatkan data yang akan ditransfer ke dalam *shift register* mereka sebelum komunikasi serial dimulai.
2. *Master* menghasilkan 8 pulsa untuk menggeser nilai setiap bit yang ada pada *shift register* baik *slave* maupun *master*. Setelah 8 *clock* selesai, *master* akan memberikan 1 bit

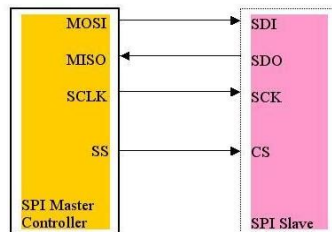
informasi sebagai tanda komunikasi dan sebaliknya dari *slave* ke *master*.

3. Setelah 8 *clock* selesai, *master* akan menerima data dari *slave* yang sudah ada di *shift register master* dan *slave* akan menerima data dari *master* yang tersimpan di *shift register slave device*

Deskripsi *bus SPI* dan antarmuka antara *slave* dan *master*. *Master* dan *slave* terhubung dalam 4 jalur. Setiap jalur ini mempunyai informasi dan membawa sinyal tertentu yang didefinisikan oleh *protocol* dari *bus SPI*. Keempatnya adalah:

1. *MOSI (Master Output Slave Input)*, ini adalah sinyal *output* dari *master device* yang merupakan *shift register* dari *master* menuju *input* dari *slave*.
2. *MISO (Master Input Slave Output)*, ini adalah *input* dari *master device* untuk menerima data *shift register* dari *slave device* menuju *master*.
3. *SCK* atau *SCLK (Serial Clock)*, ini adalah *clock* yang dihasilkan *master* yang berguna menandakan komunikasi *SPI* dan untuk melakukan *shifting* terhadap *shift register* dari kedua *device*.
4. *SS' (Slave Select)*, ini adalah pin yang digunakan untuk memilih *slave* mana yang akan diajak berkomunikasi oleh *master*.

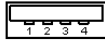
Sinyal *MOSI*, *SCK*, dan *SS* berasal dari *master* untuk dikirim ke *slave*. Sedangkan *MISO* digunakan untuk menerima sinyal dari *slave*. Berikut ini adalah diagram *interface* antara *master* dan *slave device* ref[10].



**Gambar 2.22** diagram interface SPI [10]

### 2.6.2. USB (Universal Serial Bus)

USB ialah *port* yang sangat diandalkan saat ini dengan bentuknya yang kecil dan kecepatan datanya yang tinggi. Ada dua macam konektor USB : konektor A untuk hubungan ke host dan konektor B untuk hubungan ke peranti USB



Konektor jenis A



konektor jenis B

**Gambar 2.23** konektor USB

### 2.7 Modul Wireless nRF24L01

nRF24L01 merupakan single chip radio transceiver untuk frekuensi 2.4 - 2.5 GHz ISM band. Konsumsi arus 0,9 mA power output -6dBm, tetapi untuk RX mode 12,3 mA. Menggunakan komunikasi SPI dengan controller. Tegangan 3.3v yang dapat digunakan ref[7].

**Tabel 2.2** Referensi nRF24L01 [7]

Parameter	Value	Unit
Minimum supply voltage	1.9	V
Maximum output power	0	dBm
Maximum data rate	2000	kbps
Supply current in TX mode @ 0dBm output power	11.3	mA
Supply current in RX mode @ 2000 kbps	12.3	mA
Temperature range	-40 to +85	°C
Sensitivity @ 1000 kbps	-85	dBm
Supply current in Power Down mode	900	nA

komunikasi jarak jauh yang memanfaatkan pita gelombang RF 2.4GHz ISM (Industrial, Scientific and Medical). Modul ini menggunakan antarmuka SPI untuk berkomunikasi. Tegangan kerja dari modul ini adalah 3.3V ref[6].

Fitur dari Modul Wireless RF nRF24L01 :

- Beroperasi pada pita ISM 2.4 GHZ.
- Data rate hingga 2Mbps.

- c. Ultra low power.
- d. Penanganan paket data otomatis.
- e. Penanganan transaksi paket otomatis.

**Tabel 2.3** Pin pada nRF24L01 (7)

Pin		Function
PIN 1	GND	GND
PIN 2	VCC	Power Input 1.9-3.6V
PIN 3	CE	Mode selection: TX or RX
PIN 4	CSN	SPI CEOX Chip Enable
PIN 5	SCK	SPI Clock
PIN 6	MOSI	SPI Output
PIN 7	MISO	SPI Input
PIN 8	IRQ	INT



**Gambar 2.24** Modul nRF24L01 [7]

## 2.8 WTV020-16p

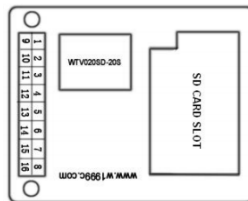
WTV020-SD module adalah modul untuk memainkan file suara (*voice player module*) dengan SD-Card reader terintegrasi. Modul ini dapat membaca SD-Card dengan kapasitas hingga 1 gigabyte yang dapat diisi dengan berkas audio berformat WAV dan AD4. *Voice module* ini menggunakan IC WTV020SD-20S untuk IC pemroses suara dengan mode pengendali multimedia ref[3].  
pada hardware lebih besar.



**Gambar 2.25** Modul WTV020-SD Audio [3]

**Tabel 2.4** pin WTV020-16p([3])

PIN	SYS.	FUNCTION	PIN	SYS.	FUNCTION
1	DC+3.3V	+3.3V	9	GND	GND
2	SPK+	Audio output	10	DC+3.3V	+3.3V
3	P07	I/O	11	SPK+	Audio output
4	P03	I/O	12	SPK-	Audio output
5	NC	NC	13	P06	BUSY
6	NC	NC	14	RST	Reset
7	P02	I/O	15	P04	I/O
8	NC	NC	16	P05	I/O



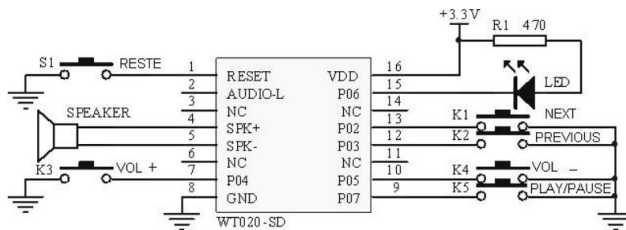
**Gambar 2.26** pin pada WTV020-16p[3]

Fitur Produk ref[3]:

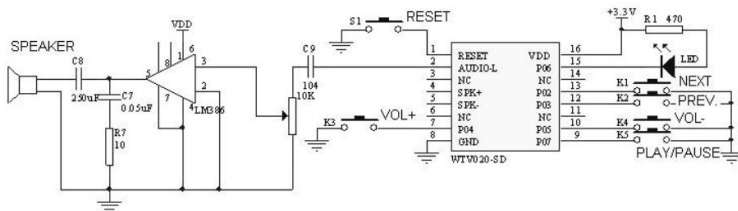
- PWM (Pulse-Width-Modulation) DAC (Digital-to-Analog Converter) 16-bit
- *Direct Control mode: play / stop, next, last, volume +, volume -*
- Mendukung SD-Card dengan kapasitas hingga 1 GB
- Secara otomatis dapat mengidentifikasi berkas audio
- Mendukung format *Waveform audio file* (WAV) dengan *sample rate* berfrekuensi 6KHz hingga 16KHz
- Mendukung format pengkodean suara (*audio ncoding*) ADPCM 4-Bit
- Dapat memuat data AD4 audio dengan *sampling rate* 6KHz ~ 32KHz dan 36KHz;
- Dapat menyimpan hingga 512 bagian data suara (512 *voice sections*)
- Mendukung pengendalian dari mikrokontroler maupun tombol kendali
- Memiliki fungsi moda siaga untuk menghemat penggunaan daya

- Mendukung kombinasi pemutar ulang multi-dokumen, termasuk kombinasi moda bisu (mute)
- Arus pada moda non-aktif / *Quiescent Current*: 16uA (kondisi SD-card tidak terpasang)
- Dapat memainkan paragraf tertentu dari berkas suara
- Mudah digunakan, data berkas suara dapat langsung disimpan di SD-Card
- Tegangan operasional: DC2.5 ~ 3.6V

Gambar rangkaian dibawah ini merupakan rangkaian WTV020 dengan keluaran tanpa amplifier, keluaran langsung terhubung ke speaker. Pemutaran audio dilakukan dengan menekan push button pada rangkaian.



**Gambar 2.27** Diagram WTV020 tanpa amplifier [3]



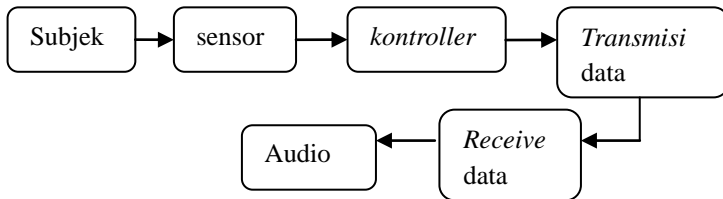
**Gambar 2.28** Diagram WTV020 dengan [3]

Gambar diatas merupakan rangkaian WTV020-16p yang memerlukan gain pada outputnya, sehingga diperlukan pin audio-L untuk DAC, setelah itu output pin tersebut menjadi input pada amplifier.

### BAB III

## PERANCANGAN HARDWARE DAN SISTEM AKUISISI

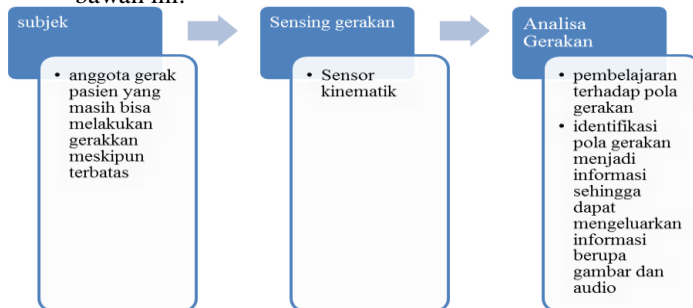
Pada penelitian ini perancangan *hardware* berupa *hardware* subjek, pengolahan data, dan *hardware* perawat. Masing-masing *hardware* terpisah sehingga diperlukan media komunikasi untuk mengirim dan menerima data. Sistem penelitian tersebut dijelaskan pada gambar diagram blok dibawah ini.



**Gambar 3.1** Blok diagram sistem

### 3.1 Perancangan hardware subjek

Pada perancangan hardware subjek dilakukan identifikasi dari pola gerakan yang bisa dilakukan oleh subjek ref[15]. Identifikasi pola dari gerakan subjek digunakan sensor serta ADC untuk mengetahui nilai gerakan. Seperti gambar di bawah ini.

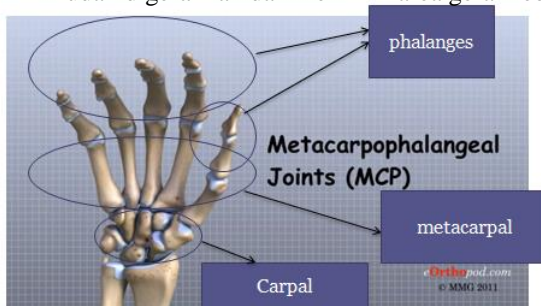


**Gambar 3.2** Diagram identifikasi gerakan

Dalam mengidentifikasi gerakan untuk subjek beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti bagian dari persendian dari pasien terutama anggota gerak pasien yang masih aktif ref[15]. Kekuatan dari otot pasien yang masih aktif. Dua hal tersebut untuk menentukan jenis sensor yang digunakan dan gerakan yang diperlukan sebagai bahasa isyarat yang bisa dilakukan oleh pasien. Analisa gerakan pada pasien dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak pasien dapat melakukan gerakan dan seberapa banyak isyarat yang bisa diperoleh untuk pasien ref[11].

### 3.1.1 Persendian pada tangan

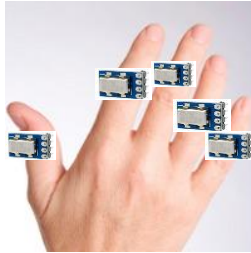
Persendiaan pada pasien memanfaatkan sendi *metacarpophalangealis*. Sendi tersebut terletak di antara tulang *metacarpal* dan tulang *phalangeal*, memungkinkan jari-jari yang akan bergerak dalam gerakan melingkar, menggoyang-goyangkan, dan membuka dan menutup membentuk kepalan tangan[12]. Sehingga menjadikan sendi *metacarpophalangealis* mudah digerakkan dan memiliki area gerak lebih luas.



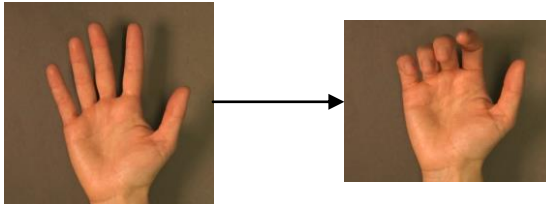
**Gambar 3.3** Metacarpophalangeal Joint

Kinematika merupakan ilmu yang mana mempelajari gerak tanpa memperdulikan penyebab gerakan. Pada penelitian ini kinematika pada tangan terjadi saat perubahan posisi oleh jari-jari pasien dari kondisi diam. Kondisi diam merupakan kondisi pasien tidak melakukan pergerakan meskipun jari pasien tidak pada kondisi seperti semula. Dibawah ini penjelasan bagaimana kinematik pada jari tangan berlangsung pada pasien.





**Gambar 3.4** sensor pada masing-masing jari



**Gambar 3.5** proses kinematik terjadi

Pada gambar diatas terjadi perubahan gerakan yang mana ditandai dengan perubahan posisi pada setiap jari. Kinematik terjadi saat tulang metacarpal memiliki posisi lurus atau  $180^\circ$  menjadi  $90^\circ$ .

### 3.1.2 Kekuatan otot

kekuatan otot adalah tenaga, gaya atau ketegangan yang dapat dihasilkan oleh otot atau sekelompok otot pada suatu kontraksi dengan beban maksimal.

Pengukuran kekuatan otot pasien dengan memakai skala klasik 0,1,2,3,4,5. antara lain;

- a. Skala 0. artinya otot tak mampu bergerak  
jika tapak tangan dan jari mempunyai skala 0 berarti talapak tangan dan jari tetap aja ditempat walau sudah diperintahkan untuk bergerak.

- b. Skala 1, jika otot ditekan masih terasa ada kontraksi atau kekenyalan ini berarti otot masih belum atrofi atau belum layu.
- c. Skala 2, dapat mengerakkan otot atau bagian yang lemah sesuai perintah misalnya tapak tangan disuruh telungkup atau lurus bengkok tapi jika ditahan sedikit saja sudah tak mampu bergerak
- d. Skala 3, dapat menggerakkan otot dengan tahanan minimal misalnya dapat menggerakkan tapak tangan dan jari.
- e. Skala 4, Dapat bergerak dan dapat melawan hambatan yang ringan.
- f. Skala 5, bebas bergerak dan dapat melawan tahanan yang setimpal.

Skala diatas pada umumnya dipakai untuk memeriksa penderita yang mengalami kelumpuhan selain mendiagnosa status kelumpuhan juga dipakai untuk melihat apakah ada kemajuan yang diperoleh selama menjalani perawatan atau sebaliknya apakah terjadi perburukan pada seseorang penderita. Pasien *afasia* yang mengalami kelumpuhan pada penelitian ini memanfaatkan kekuatan otot 2, yang mana jenis kekuatan otot yang masih bisa dilakukan oleh pasien ref[22].

### 3.1.3 Perancangan sensor

Pada subbab sebelumnya telah dijelaskan tentang persendian yang bisa dimanfaatkan untuk gerakan kinematika ref[11]. Kinematika, Mempelajari gerakan baik mengenai perpindahannya, kecepatan dan percepatan, tanpa memperhatikan penyebab gerakan. Selain itu dengan kekuatan otot 2 maka gerakan satu arah yang bisa dilakukan oleh pasien berupa maju mundur. Berdasarkan persendian dan kakuatan otot maka diperlukan jenis sensor yang memiliki ukuran sensor kecil. Kinematik mengenai perpindahan, kecepatan dan percepatan benda tanpa memperhatikan penyebab gerakan, gerak kinematik yang bisa dilakukan oleh pasien merupakan gerakan sederhana yang tidak memerlukan usaha yang besar untuk melakukannya, serta tidak tergantung

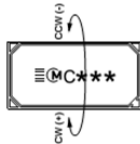
pada posisi awal gerakan. Sehingga sensor *gyroscope* dapat digunakan karena dapat mendeteksi perubahan kecepatan sudut dari gerakan jari. Berdasarkan karakter jari sensor yang akan digunakan adalah Gy-35, sensor *gyroscope analog*.

GY-35RC, modul sensor *gyroscope* dengan *output analog* memiliki ukuran kecil dan *low consumption*, sensor pada modul GY-35 menggunakan ENC-03 RC. Selain itu Gy-35 tidak memerlukan banyak kabel, sehingga untuk sistem pengkabelan GY-35 lebih sedikit. Ukuran dari Gy-35 module yang kecil sehingga tidak memerlukan *space* yang cukup besar.

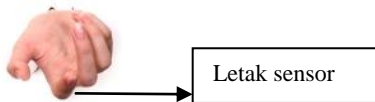


**Gambar 3.6** Gy-35

Satu sensor ENC-03 mendeteksi satu putaran axis. Pada subjek Gy-35 diletakkan di daerah sendi metakarpofalangealis, lebih tepatnya telapak tangan bagian luar. Disetiap jari pasien yang mampu bergerak. Gy – 35 diletakkan dengan posisi horizontal. Seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 3.7** posisi horizontal ENC-03 RC[2]

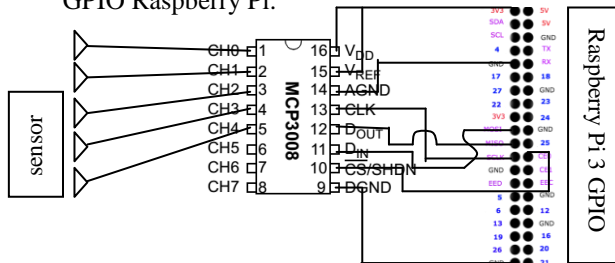


**Gambar 3.8** Gerakan jari pasien [11]

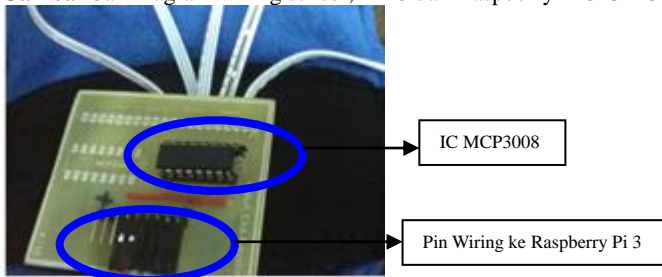
Gerakan diatas merupakan gerakan yang sederhana bagi individu normal. Akantetapi akan menjadi gerakan yang rumit bagi penderita *pasca* stroke yang mengalami kelumpuhan parah. Sehingga sensor diletakkan pada area sendi

*metakarpofalangealis* agar dapat dilakukan pembacaan meskipun dengan sedikit gerakan. Pengukuran gerakan dilakukan dengan sensor *gyroscope* karena sensor *gyroscope* mendeteksi terjadinya perubahan gerakan tidak bergantung pada posisi awal dan posisi akhir ref[21].

Selain sensor gy-35 untuk mendeteksi gerakan, diperlukan perangkat tambahan karena *main controller* tidak memiliki *port* ADC untuk membaca nilai sensor. MCP3008 merupakan IC ADC eksternal untuk Raspberry Pi 3, MCP3008 mengirim data pada Raspberry Pi 3 dengan menggunakan jalur komunikasi SPI. Berikut diagram *wiring* sensor, mcp3008 dan GPIO Raspberry Pi.



**Gambar 3.9** Diagram wiring sensor, ADC dan Raspberry Pi 3 GPIO



**Gambar 3.10** Perangkat ADC

*Board* untuk sensor memiliki ukuran 5cm x 5cm, *board* ini dibuat seminimalis agar dapat dimasukkan kedalam sarung tangan. *Board* ini tidak diletakkan diluar karena akan membuat wiring tidak lurus sebagaimana mestinya.

### 3.1.4 Sarung tangan

Pada penelitian ini sarung tangan dimanfaatkan sebagai perangkat tambahan untuk membantu sistem elektronik agar nyaman digunakan oleh pasien. Selain itu pemanfaatan desain sarung tangan yang cukup luas dapat menampung board elektronik yang didesain sedemikian rupa sehingga pasien nyaman menggunakan. Desain sarung tangan dibawah ini merupakan bagian dalam dari sarung tangan yang dilapisi dengan kain untuk menutup rangkaian elektronik sekaligus berfungsi sebagai pemisah antara sistem elektronik dengan tubuh pasien. Sehingga tampak luar sarung tangan tersebut serupa dengan sarung tangan biasa akan tetapi pada pergelanngan sarung terdapat kabel yang dihubungkan dengan perangkat kontroller. Dibawah ini desain sarung tangan serta letak sensor ref[23].



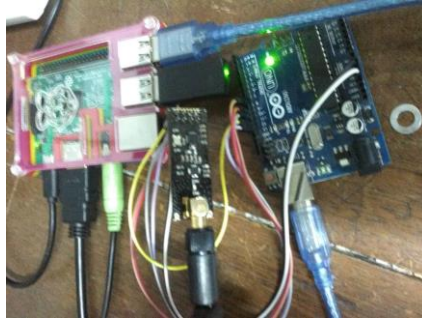
**Gambar 3.11** Desain sarung tangan

### 3.2 Perancangan pengolahan

Pada perancangan pengolahan merupakan pengolahan data akuisisi yang diperoleh dari sensor gy-35. Sistem pengolahan menggunakan master kontroller berupa Raspberry Pi 3 model B yang merupakan mini-PC. Hasil data yang telah diolah akan dikirim ke *hardware* perawat.

Raspberry Pi 3 ini adalah sebuah jenis single board untuk computer. Serta pada dasarnya maka Raspberry Pi ini akan berfungsi sebagai layaknya akan sebuah komputer namun dengan ini akan mempunyai ukuran yang kecil dan maka dari

itu akan disebut dengan Single Board Computer. Pada pengolahan data Raspberry pi 3 memiliki 3 peran yakni *thresholding*, *binerisasi* dan *karakterisasi*. Dalam membantu proses pengolahan yang dilakukan oleh Raspberry Pi 3 digunakan software python versi 2.



**Gambar 3.12** Rancangan sistem pengolahan

### 3.2.1 Thresholding

Data ADC yang didapat merupakan data analog kecepatan sudut *gyro*(deg/s). Untuk memperoleh data nilai kecepatan *gyro* yang presisi maka nilai ADC –  $V_{ref}$  dibagi dengan *scale* faktor. Data kecepatan sudut tersebut tidak diolah lebih lanjut dengan menggunakan *kalman filter*, sehingga untuk mengatasi adanya *drifting* maka digunakan pengurangan data kecepatan awal dengan data kecepatan akhir sehingga diperoleh delta perubahan posisi. Delta perubahan posisi tersebut yang akan diolah menjadi data input untuk *thresholding*. Ketika terjadi *drifting* atau posisi awal *gyro* bernilai tidak nol, maka delta posisi tidak akan terpengaruh oleh adanya *drifting* karena hasil posisi akhir dikurangi dengan posisi awal jika dengan kecepatan yang sama maka delta posisi akan sama nilainya dengan sebelum *gyro* mengalami *drifting*.

*Thresholding* bertujuan untuk menentukan apakah jari tersebut bergerak atau diam. Pada proses *thresholding* ditentukan nilai *threshold* yang sesuai dengan karakter dari

pergerakan masing-masing jari. Karena nilai hasil pengurangan untuk tiap jari sangat kecil maka nilai *therhold* menyesuaikan nilai dia bergerak. Dibawah ini terdapat salah satu hasil data yang tersimpan oleh program yang dapat dibuka kembali sehingga dapat dilakukan analisa terhadap nilai gerakan yang dilakukann oleh pasien.

**Tabel 3.1 Jari jempol bergerak**

Data Raw Satu Gerakan pada Jari Jempol					
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
3	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
4	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
5	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
6	-0.06	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
7	-0.03	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
8	0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
9	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
10	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
11	-0.03	-0.01	-0.07	-0.04	0.04
12	0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
13	-0.04	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
14	0.05	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
15	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
16	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
17	-0.13	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
18	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
19	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
20	0.0	-0.01	-0.07	-0.04	0.03



**Gambar 3.13 Grafik ketika Thresholding Jari jempol bergerak**

### 3.2.2 Binerisasi

Binerisasi, merupakan tahap berikutnya setelah proses thresholding. Thresholding dilakukan untuk membuat output masing-masing jari akan menjadi nilai biner bernilai 0 atau 1. Sehingga setiap kali terjadi gerakan terdapat 5 data gerakan yang sudah mengalami binerisasi. Binerisasi bertujuan untuk mempermudah dalam mendeteksi gerakan pada masing-masing jari. Binerisasi ini menjadikan masing-masing jari menjadi satu kesatuan sehingga akan terdiri dari 5 jenis gerakan. 5 gerakan tersebut menyatakan banyaknya jari yang digerakkan.

**Tabel 3.2 Susunan Binerisasi pada gerakan jari**

Jempol	Telunjuk	Tengah	Manis	Kelingking
LSB		MSB		
Biner 1	Biner 2	Biner 3	Biner 4	Biner 5

### 3.2.3 Karakterisasi

Tahap berikutnya adalah proses karakterisasi gerakan, pada proses ini setiap karakter yang di identifikasikan



merupakan gabungan dari setiap masing – masing nilai biner pada tiap jari. Sehingga untuk setiap karakter memiliki 5 data biner. Karakterisasi ini bertujuan untuk mempermudah inialisasi aktifitas serta agar pengiriman data lebih ringkas. Kemudian dengan menggunakan karakter abjad akan diperoleh maksimal 26 gerakan sehingga inialisasi aktifitas dapat dinyatakan sebanyak mungkin.

**Tabel 3.3 Susunan Karakterisasi pada gerakan jari**

Karakterisasi	Jempol	Telunjuk	Tengah	Kelingking	Manis
“char”	Biner 1	Biner 2	Biner 3	Biner 4	Biner 5
“a”	1	0	0	0	0

Pada tabel diatas maka karakter a diidentifikasi dengan “a” = 1 0 0 0 0 dengan masing-masing biner mewakili nilai biner pergerakan jari. Karakter tersebut memiliki nilai sesuai dengan tabel ascii ref[1], yang mana menggunakan huruf abjad

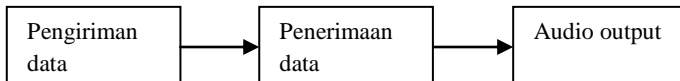
ASCII printable characters											
DEC	HEX	Simbolo	DEC	HEX	Simbolo	DEC	HEX	Simbolo	DEC	HEX	Simbolo
32	20h	espacio	64	40h	@	96	60h	`			
33	21h	!	65	41h	A	97	61h	a			
34	22h	"	66	42h	B	98	62h	b			
35	23h	#	67	43h	C	99	63h	c			
36	24h	\$	68	44h	D	100	64h	d			
37	25h	%	69	45h	E	101	65h	e			
38	26h	&	70	46h	F	102	66h	f			
39	27h	'	71	47h	G	103	67h	g			
40	28h	(	72	48h	H	104	68h	h			
41	29h	)	73	49h	I	105	69h	i			
42	2Ah	*	74	4Ah	J	106	6Ah	j			
43	2Bh	+	75	4Bh	K	107	6Bh	k			
44	2Ch	,	76	4Ch	L	108	6Ch	l			
45	2Dh	-	77	4Dh	M	109	6Dh	m			
46	2Eh	.	78	4Eh	N	110	6Eh	n			
47	2Fh	/	79	4Fh	O	111	6Fh	o			
48	30h	0	80	50h	P	112	70h	p			
49	31h	1	81	51h	Q	113	71h	q			
50	32h	2	82	52h	R	114	72h	r			
51	33h	3	83	53h	S	115	73h	s			
52	34h	4	84	54h	T	116	74h	t			
53	35h	5	85	55h	U	117	75h	u			
54	36h	6	86	56h	V	118	76h	v			
55	37h	7	87	57h	W	119	77h	w			
56	38h	8	88	58h	X	120	78h	x			
57	39h	9	89	59h	Y	121	79h	y			
58	3Ah	:	90	5Ah	Z	122	7Ah	z			
59	3Bh	;	91	5Bh	[	123	7Bh	{			
60	3Ch	<	92	5Ch	\	124	7Ch				
61	3Dh	=	93	5Dh	]	125	7Dh	}			
62	3Eh	>	94	5Eh	^	126	7Eh	~			
63	3Fh	?	95	5Fh	_						

[theASCIIcode.com.ar](http://theASCIIcode.com.ar)

**Gambar 3.14 ASCII[1]**

### 3.3 Perancangan Hardware Perawat

Hardware perawat merupakan output komunikasi isyarat yang dilakukan oleh pasien. Data karakter yang dikirim akan diterjemahkan oleh penerima menjadi data rekaman suara aktifitas. Sistem yang pada hardware perawat ada pengiriman data, penerimaan data dan audio output. Dibawah ini terdapat blok diagram sistem dari hardware perawat.



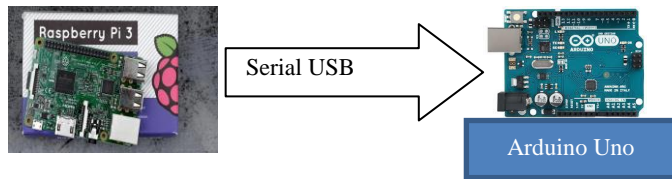
**Gambar 3.15** Blok diagram hardware perawat

#### 3.3.1 Pengiriman data

Setelah proses pengolahan yang mana output dari pengolahan tersebut berupa karakter maka proses selanjutnya adalah pengiriman data. Pada proses ini terjadi 2 kali pengiriman secara serial. Pengiriman data yang pertama menggunakan kabel serial yang merupakan komunikasi antara Raspberry yang merupakan main kotroller dengan arduino uno. Pengiriman kabel ini dilakukan karena nRF24I01 yang merupakan transciever jalur komunikasi data dengan menggunakan SPI pada Raspberry Pi 3, sedangkan pada port tersebut telah digunakan oleh MCP3008 untuk sistem akuisisi data sensor GY-35. Pengiriman data kedua dilakukan dengan wireless, dengan memanfaatkan modul transciever nRF24I01. Pada keadaan tanpa halangan atau diarea lapang modul nRF24I01 tanpa antenna dapat mencapai jarak 100m, maka untuk keadaan dalam gedung dengan berbagai macam halangan.

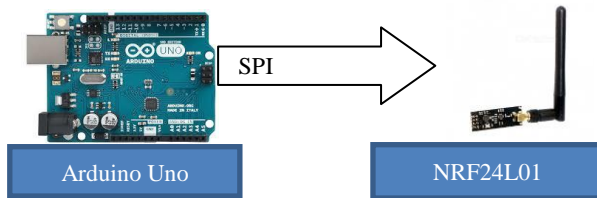
➤ Pengiriman dari Raspberry ke Arduino 1 tidak menggunakan UART atau (Tx dan Rx) hal ini dikarenakan pada arduino memiliki tegangan digital 5v sedangkan GPIO pada Raspberry Pi 3 3.3v maka diperlukan penurun tegangan, hal tersebut akan membuat perangkat menjadi kurang ringkas sehingga serial USB menjadi pilihannya. Pada proses ini data hasil pengolahan dikirim dalam bentuk karakter yang nantinya dikirim oleh arduino dengan

menggunakan nRF24l01. Berikut gambar interface komunikasi kabel secara serial USB.



**Gambar 3.16** Komunikasi Raspberry Pi 3 dengan Arduino Uno

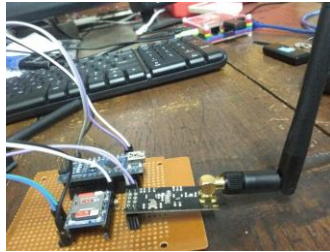
- Pengiriman data dari arduino dengan menggunakan nRF24l01. Pengiriman ini merupakan lanjutan dari pengiriman dengan USB. Dibawah ini terdapat interface komunikasi arduino dengan nRF24l01.



**Gambar 3.16** Komunikasi Arduino dengan nRF24l01

### 3.3.2 Penerimaan data

Pada proses penerimaan data dilakukan oleh kontroller yang berbeda. Jika pada pengolahan sekaligus pengiriman data dilakukan oleh Raspberry Pi. Maka untuk penerimaan data yang merupakan hardware untuk perawat pasien digunakan kontroller arduino nano. Arduino nano digunakan untuk penerima data karena memiliki ukuran yang kecil sehingga membuat perangkat hardware perawat lebih ringkas. Pada proses penerimaan data digunakan pula transceiver nRF24L01. Data yang diterima oleh arduino berupa karakter yang kemudian karakter tersebut diubah menjadi nilai integer.



**Gambar 3.17** Hardware pada perawat

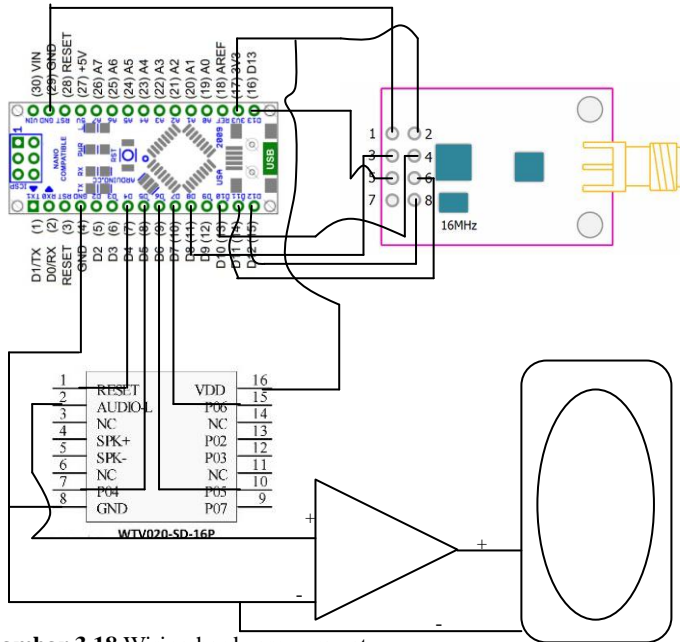
### 3.3.3 Output suara

Modul WTV020 ini dapat memainkan suara yang sudah direkam sebelumnya (menggunakan komputer) dan disimpan pada media penyimpanan kartu mikro SD dengan maksimum 1Gb (*file storage Micro-SD-Card*) dengan sistem berkas FAT (*File Allocation Table file system*). Modul ini menggunakan tegangan 3,3v. Modul ini dihubungkan dengan speaker 3W 8 Ohm. Jika suara yang dihasilkan memiliki tegangan yang rendah maka perlu ditambah dengan power amplifier agar suara dapat dikeluarkan oleh speaker. Penggunaan WTV020-16p cukup efektif jika dibandingkan dengan ic pemutar suara lainnya hal tersebut dikarenakan modul ini dapat menyimpan banyak file dengan kapasitas tiap file dapat memutar sampai beberapa menit, sekaligus file tersebut dapat diputar secara acak. Sedangkan untuk ic audio pada umumnya hanya dapat memutar beberapa detik dan satu ic hanya untuk satu file. Jika file audio yang diperlukan mencapai 26 sejumlah karakter abjad maka ic yang digunakan sebanyak 26 buah.

Saat data diterima oleh kontroller dalam bentuk karakter, data karakter tersebut diubah menjadi integer sesuai dengan karakter yang diterima. Sesuai dalam tabel ASCII. Karakter yang telah diterjemahkan ke dalam bentuk integer digunakan untuk memanggil file audio. Kemudian file audio yang telah dipanggil akan diteruskan ke pin DAC sehingga dapat dibaca oleh amplifier dan kemudian audio dapat disuarakan oleh speaker. Pada penelitian ini data audio memiliki tegangan sinyal audio yang sangat kecil sehingga diperlukan amplifier.

Maka rangkaian WTV020 yang telah ada sebelumnya digunakan agar audio dapat disuarakan.

Dibawah ini merupakan wiring dari hardware pada perawat



**Gambar 3.18** Wiring hardware perawat

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA

### 4.1 Penentuan Thersholding

Pengambilan data gerakan untuk setiap gerakan yang bisa dilakukan oleh pasien. Ketika pasien melakukan gerakan maka akan muncul nilai dari posisi tersebut. Gy-1 sampai dengan Gy-5 merupakan nama sensor yang diletakkan disetiap jari. Gy-1 mewakili jempol, Gy-2 Telunjuk, Gy-3 Tengah, Gy-4 Manis dan Gy-5 untuk Kelingking. Berikut contoh metode penentuan Thersholding dari sebuah geraka yang dilakukan oleh jari.

**Tabel 4.1** Gerakan jari jempol

Data Raw Satu Gerakan pada Jari Jempol					
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
3	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
4	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
5	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
6	-0.06	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
7	-0.03	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
8	0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
9	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
10	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
11	-0.03	-0.01	-0.07	-0.04	0.04
12	0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
13	-0.04	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
14	0.05	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
15	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
16	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
17	-0.13	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
18	-0.01	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
19	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.04
20	0.0	-0.01	-0.07	-0.04	0.03

Pada data raw gerakan disamping diambil 20 data yang mana terdapat 4 kali percobaan jari jempol bergerak. Untuk data ke 1-5 merupakan kondisi yang mana jari tidak bergerak sehingga untuk jari jepol memiliki nilai posisi diam sebesar -0,02 atau -0,01. Pada data ke 5-8 merupakan kondisi jari bergerak dengan sangat pelan. Nilai thersholding diambil dari pegurangan nilai

Sebelum dengan nilai saat terjadi gerakan yang kemudian di *absolutekan*. Sehingga:

Nilai delta gerakan dari 5 ke 6 =  $-0,01 - (-0,06) = 0,05$

Nilai delta gerakan dari 6 ke 7 =  $-0,06 - (-0,03) = 0,03$

Nilai delta gerakan dari 7 ke 8 =  $-0,03 - (-0,01) = 0,04$

Pada data gerakan dari 5 ke 6 kondisi dimana jari jempol bergerak dengan sangat pelan. Pada data gerakan dari 6 ke 7 jari jempol dalam keadaan diam. Pada data gerakan dari 7 ke 8 kondisi jari diam dan nilai akhir sensor menunjukkan nilai kondisi diam sensor. Dari percobaan pengambilan data gerakan yang dilakukan maka 0,05 merupakan nilai minimum untuk thresholding gerakan jari jempol, 0,03 merupakan kondisi gerak menuju transisi dan 0,04 merupakan nilai transisi kondisi ketika sensor pada posisi diam. Kondisi transisi memiliki nilai selalu dibawah garis thresholding. Data gerakan dari 9-10 merupakan kondisi ketika sensor diam. Gerakan ke dua terjadi pada data ke 11-12 yang mana :

Nilai delta gerakan dari 10 ke 11 =  $-0,03 - (-0,01) = 0,02$

Nilai delta gerakan dari 11 ke 12 =  $0,01 - (-0,03) = 0,04$

Gerakan dilakukan akan tetapi sensor belum mendeteksi. Sehingga gerakan ditambahkan menjadi percobaan gerakan ke tiga. Nilai yang keluar sebagai berikut:

Nilai delta gerakan dari 12 ke 13 =  $-0,04 - (0,01) = 0,05$

Nilai delta gerakan dari 13 ke 14 =  $0,05 - (-0,04) = 0,09$

Nilai delta gerakan dari 14 ke 15 =  $-0,01 - (0,05) = 0,06$

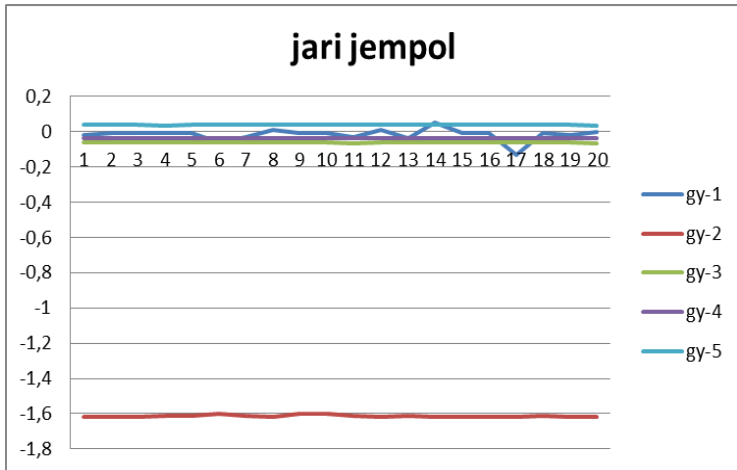
Data ke 12 sampai 14 nilai jari jempol dinyatakan bergerak. Pada data ke 16 kondisi sensor diam. Terdeteksi gerakan yang empat pada data 16 sampai 18

Nilai delta gerakan dari 16 ke 17 =  $-0,13 - (-0,01) = 0,12$

Nilai delta gerakan dari 13 ke 14 =  $-0,01 - (-0,13) = 0,12$

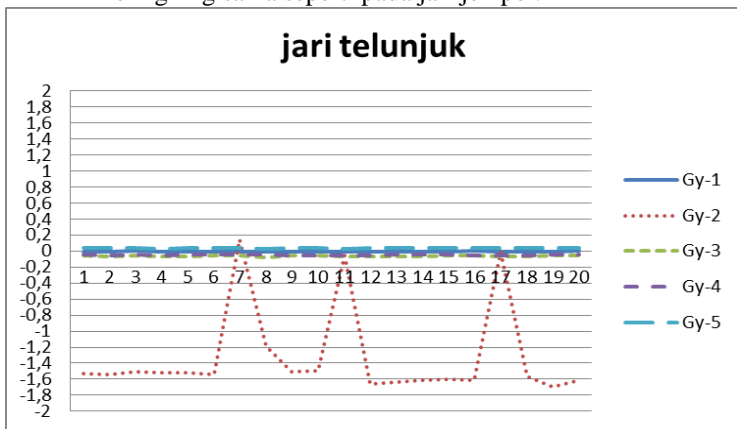
Data ke 18-20 menyatakan kondisi sensor diam. Dibawah ini terdapat tabel hasil thresholding pada jari jempol selama 4 kali percobaan gerakan.





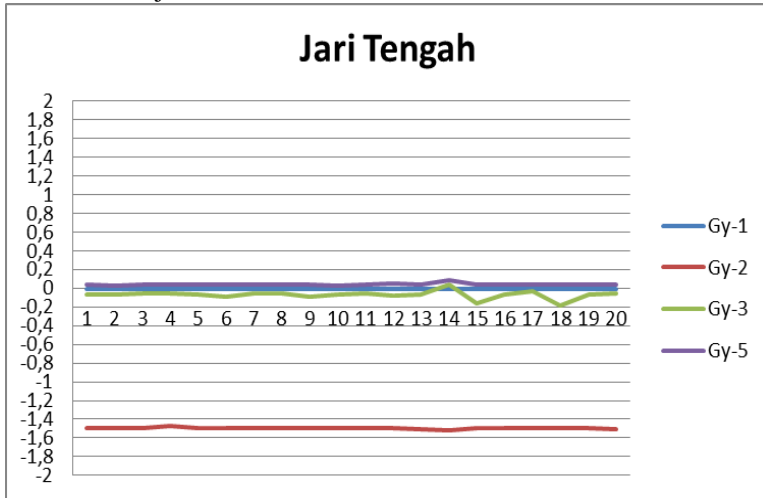
**Gambar 4.1** Grafik 4 kali percobaan gerakan jari jempol

Pada grafik di atas merupakan percobaan gerakan jari jempol, sensor pada jari jempol yang memiliki perubahan nilai sedangkan sensor lain tetap diam. Penentuan nilai thresholding untuk jari telunjuk, tengah, manis, dan kelingking sama seperti pada jari jempol.



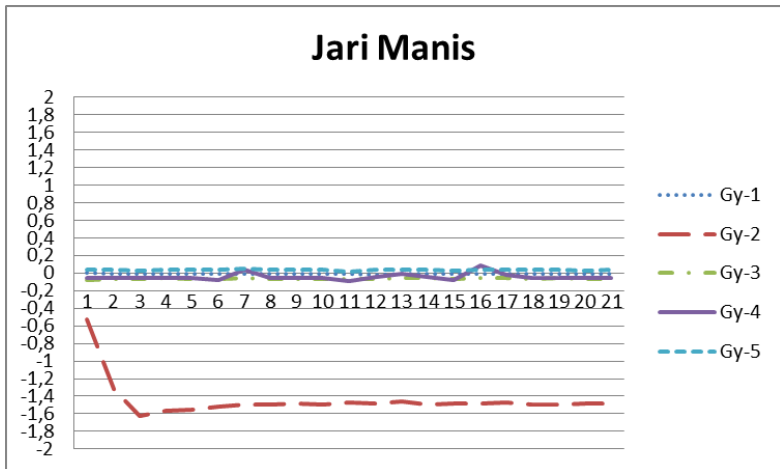
**Gambar 4.2** Grafik jari telunjuk

Pada grafik di atas posisi diam sensor untuk jari telunjuk pada nilai -1,65. Sehingga terdapat kesalahan dalam penentuan posisi awal sensor, hal ini dikarenakan tegangan referensi pada sensor gyroscope jari telunjuk memiliki perubahan yang cukup drastis jika dibandingkan dengan sensor yang lain. Nilai posisi diam sensor yang tidak nol tidak memiliki pengaruh terhadap penentuan jari tersebut bergerak atau tidak. Penentuan thresholding yang didasarkan pada perubahan gerakan, dengan mengurangi nilai gerakan saat itu dan nilai gerakan sebelumnya untuk mengatasi nilai posisi diam sensor yang tidak nol. Nilai thresholding pada jari telunjuk sebesar 0,08.

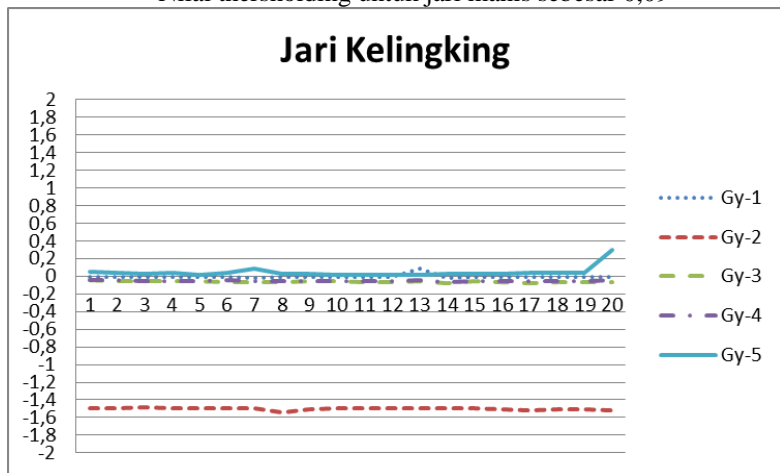


**Gambar 4.3** grafik jari tengah

Pada grafik jari tengah di atas nilai threshold yang didapat sebesar 0,07. Nilai sensor lain tidak terdeteksi yang mengalami perubahan secara signifikan.



**Gambar 4.4** grafik jari manis  
 Nilai thersholding untuk jari manis sebesar 0,09



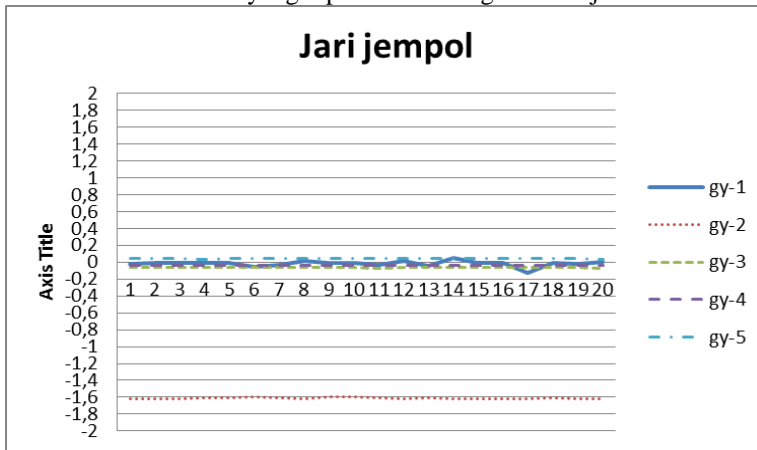
**Gambar 4.5** Grafik Jari kelingking  
 Nilai thersholding untuk jarikelingking sebesar 0,07

## 4.2 Pengujian gerakan

Pada pengujian gerakan merupakan pengambilan data raw pada berbagai gerakan yang dilakukan oleh jari meliputi gerak 1 jari, dua jari, 3 jari, 4 jari dan 5 jari. Pengujian gerakan ini bertujuan untuk mencari gerakan yang mampu dilakukan oleh pasien sehingga dapat digunakan untuk inisialisasi gerakan, serta untuk mengetahui setiap ola pada masing-masing gerakan.

### 4.2.1 Gerakan 1 Jari

Pengujian gerakan satu jari merupakan pengambilan data untuk gerakan yang dilakukan pada masing – masing jari. Berikut data yang diperoleh untuk gerakan 1 jari.



**Gambar 4.6** Grafik gerakan jari jempol

Pada grafik jari jempol di atas dilakukan 5 kali percobaan gerakan jari jempol dengan nilai thresholding jari jempol 0,05 didapatkan 4 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:  $4/5 \times 100\% = 80\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol maka untuk satu gerakan, gerakan jari jempol dapat

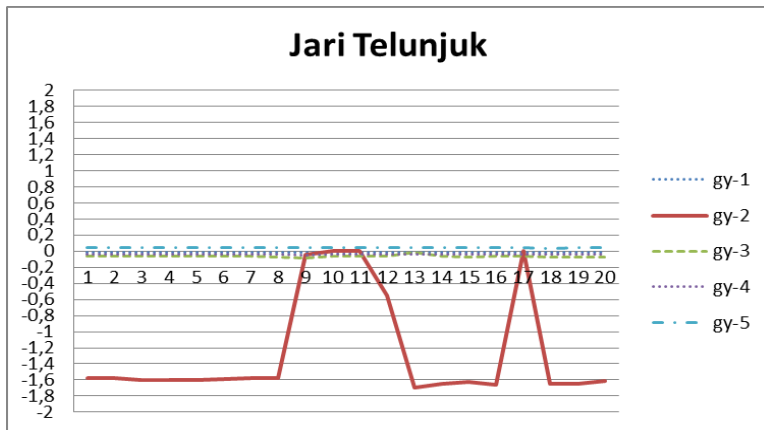
digunakan. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol yang dilakukan oleh subjek normal.

**Tabel 4.2** Jari jempol

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.02	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.01	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
3	-0.01	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
4	-0.01	-1.61	-0.06	-0.04	0.03
5	-0.01	-1.61	-0.06	-0.04	0.04
6	-0.06	-1.6	-0.06	-0.04	0.04
7	-0.03	-1.61	-0.06	-0.04	0.04
8	0.01	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
9	-0.01	-1.6	-0.06	-0.04	0.04
10	-0.01	-1.6	-0.06	-0.04	0.04
11	-0.03	-1.61	-0.07	-0.04	0.04
12	0.01	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
13	-0.04	-1.61	-0.06	-0.04	0.04
14	0.05	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
15	-0.01	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
16	-0.01	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
17	-0.13	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
18	-0.01	-1.61	-0.06	-0.04	0.04
19	-0.02	-1.62	-0.06	-0.04	0.04
20	0.0	-1.62	-0.07	-0.04	0.03

Terdapat 5 gerakan .  
 Nilai tresholding 0,05.  
 Keberhasilan gerakan 4.  
 80%

Pada grafik jari telunjuk di bawah ini dilakukan 5 kali percobaan gerakan jari telunjuk dengan nilai thersholding jari telunjuk 0,08 didapatkan 4 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol bergerak. Sehingga tingkat akurasi sebesar:  $4/5 \times 100\% = 80\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari telunjuk maka untuk satu gerakan, gerakan jari telunjuk dapat digunakan. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari telunjuk yang dilakukan oleh subjek normal.



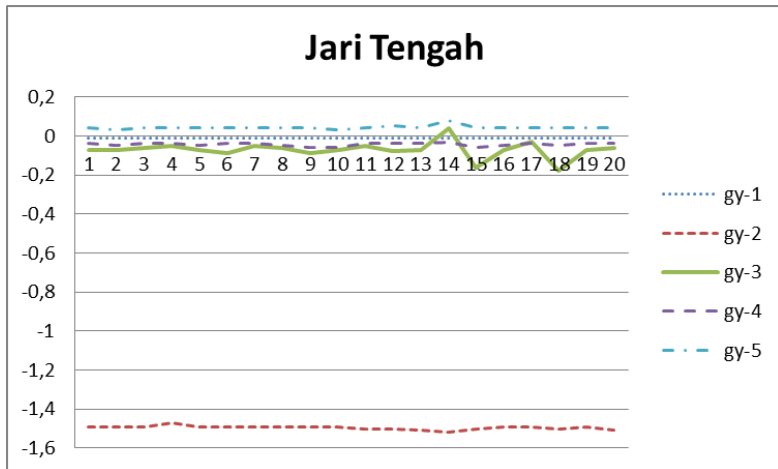
Gambar 4.7 Grafik gerakan jari telunjuk

Tabel 4.3 Jari telunjuk

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	-1.58	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.01	-1.58	-0.06	-0.04	0.04
3	-0.01	-1.6	-0.06	-0.04	0.04
4	-0.01	-1.6	-0.06	-0.04	0.04
5	-0.01	-1.6	-0.06	-0.04	0.04
6	-0.01	-1.59	-0.06	-0.04	0.04
7	-0.01	-1.58	-0.06	-0.04	0.04
8	-0.01	-1.58	-0.07	-0.04	0.04
9	-0.01	-0.04	-0.09	-0.05	0.04
10	-0.01	-0.0	-0.06	-0.04	0.04
11	-0.01	-0.0	-0.06	-0.04	0.04
12	-0.01	-0.55	-0.06	-0.04	0.04
13	-0.01	-1.69	-0.02	-0.04	0.04
14	-0.01	-1.65	-0.06	-0.04	0.04
15	-0.01	-1.63	-0.07	-0.04	0.04
16	-0.01	-1.66	-0.06	-0.04	0.04
17	-0.01	-0.0	-0.06	-0.04	0.04
18	-0.01	-1.65	-0.07	-0.04	0.03

Terdapat 5 gerakan .  
Nilai tresholding 0,08.  
Keberhasilan gerakan 4 80%

19	-0.01	-1.65	-0.07	-0.04	0.04
20	-0.01	-1.61	-0.07	-0.04	0.04



**Gambar 4.8** Grafik gerakan jari tengah

Pada grafik jari tengah di atas dilakukan 6 kali percobaan gerakan jari tengah dengan nilai thresholding jari tengah 0,07 didapatkan 4 gerakan yang menyatakan bahwa jari tengah bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

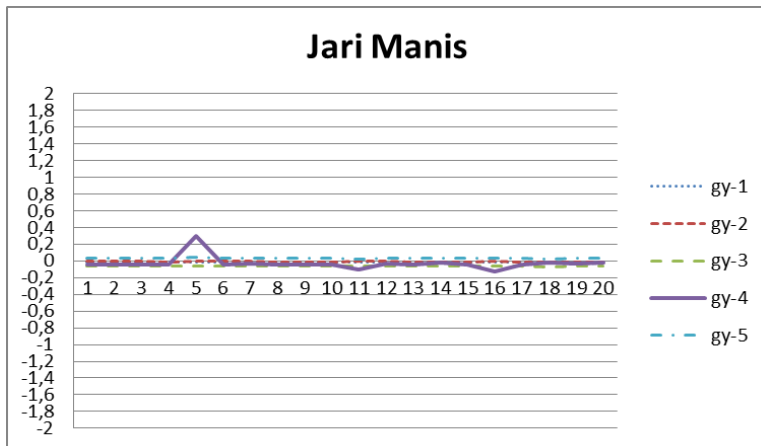
$4/6 \times 100\% = 66,6\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari tengah maka untuk satu gerakan, gerakan jari tengah dapat digunakan. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari tengah yang dilakukan oleh subjek normal.

**Tabel 4.4** Jari tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	-1.49	-0.07	-0.04	0.04
2	-0.01	-1.49	-0.07	-0.05	0.03
3	-0.01	-1.49	-0.06	-0.04	0.04
4	-0.01	-1.47	-0.05	-0.04	0.04
5	-0.01	-1.49	-0.07	-0.05	0.04
6	-0.01	-1.49	-0.09	-0.04	0.04

7	-0.01	-1.49	-0.05	-0.04	0.04
8	-0.01	-1.49	-0.06	-0.05	0.04
9	-0.01	-1.49	-0.09	-0.06	0.04
10	-0.01	-1.49	-0.07	-0.06	0.03
11	-0.01	-1.5	-0.05	-0.04	0.04
12	-0.01	-1.5	-0.08	-0.04	0.05
13	-0.01	-1.51	-0.07	-0.04	0.04
14	-0.01	-1.52	0.04	-0.03	0.08
15	-0.01	-1.5	-0.16	-0.06	0.04
16	-0.01	-1.49	-0.07	-0.05	0.04
17	-0.01	-1.49	-0.03	-0.04	0.04
18	-0.01	-1.5	-0.18	-0.05	0.04
19	-0.01	-1.49	-0.07	-0.04	0.04
20	-0.01	-1.51	-0.06	-0.04	0.04

Terdapat 6 gerakan .  
 Nilai tresholding 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 4  
 66,6%



**Gambar 4.9** Grafik gerakan jari manis

Pada grafik jari manis di atas dilakukan 5 kali percobaan gerakan jari manis dengan nilai thersholding jari manis 0,09 didapatkan 4 gerakan yang menyatakan bahwa jari manis bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:



$4/5 \times 100\% = 80\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari manis maka untuk satu gerakan, gerakan jari manis dapat digunakan. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari manis yang dilakukan oleh subjek normal.

**Tabel 4.5** Jari manis

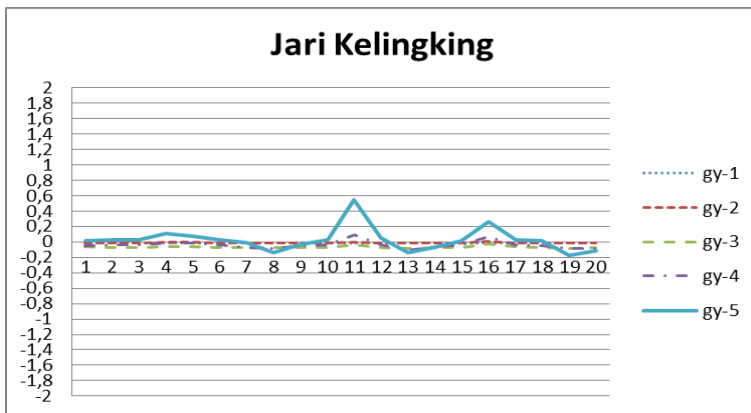
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.02	-0.0	-0.06	-0.04	0.03
2	-0.02	-0.0	-0.06	-0.04	0.03
3	-0.02	-0.0	-0.06	-0.04	0.03
4	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
5	-0.02	0.0	-0.06	0.30	0.04
6	-0.02	-0.0	-0.06	-0.04	0.03
7	-0.02	-0.0	-0.06	-0.03	0.03
8	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
9	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
10	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
11	-0.02	-0.0	-0.06	-0.1	0.02
12	-0.02	-0.0	-0.06	-0.03	0.03
13	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
14	-0.02	-0.01	-0.06	-0.02	0.03
15	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
16	-0.02	-0.0	-0.06	-0.13	0.03
17	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03
18	-0.02	-0.01	-0.07	-0.02	0.02
19	-0.02	-0.01	-0.06	-0.03	0.03
20	-0.04	-0.01	-0.06	-0.02	0.03

Terdapat 5 gerakan .  
 Nilai thresholding 0,09.  
 Keberhasilan gerakan 4  
 80%

Pada grafik jari kelingking di bawah ini dilakukan 11 kali percobaan gerakan jari kelingking dengan nilai thersholding jari kelingking 0,07 didapatkan 9 gerakan yang menyatakan bahwa jari kelingking bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$9/11 \times 100\% = 81,8\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari kelingking maka untuk satu gerakan, gerakan jari kelingking dapat digunakan. Dibawah ini terdapat data tabel

dari gerakan jari kelingking yang dilakukan oleh subjek normal.



**Gambar 4.10** Grafik gerakan jari kelingking

**Tabel 4.6** Jari kelingking

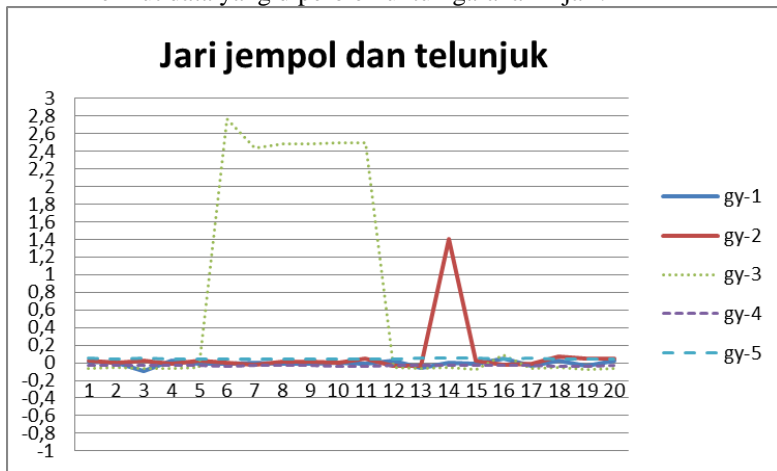
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.02	-0.01	-0.06	-0.05	0.02
2	-0.02	-0.01	-0.07	-0.04	0.03
3	-0.02	-0.01	-0.07	-0.04	0.03
4	-0.02	-0.0	-0.06	-0.02	0.11
5	-0.02	-0.0	-0.06	-0.02	0.07
6	-0.02	-0.01	-0.07	-0.04	0.03
7	-0.02	-0.02	-0.07	-0.07	-0.01
8	-0.01	-0.01	-0.07	-0.09	-0.14
9	-0.02	-0.01	-0.07	-0.05	-0.03
10	-0.02	-0.01	-0.07	-0.04	0.03
11	-0.02	-0.0	-0.04	0.09	0.54
12	-0.02	-0.02	-0.07	-0.04	0.05
13	-0.02	-0.02	-0.09	-0.11	-0.14
14	-0.02	-0.01	-0.07	-0.06	-0.07
15	-0.02	-0.01	-0.07	-0.04	0.02
16	-0.02	0.01	-0.03	0.07	0.26
17	-0.02	-0.01	-0.06	-0.04	0.03

Terdapat 11 gerakan .  
 Nilai tresholding 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 9  
 81,8%

18	-0.02	-0.02	-0.07	-0.05	0.02
19	-0.02	-0.01	-0.08	-0.09	-0.17
20	-0.02	-0.01	-0.07	-0.09	-0.11

#### 4.2.1 Gerakan 2 Jari

Pengujian gerakan dua jari merupakan pengambilan data untuk gerakan yang dilakukan dengan mengkombinasikan 2 jari. Berikut data yang diperoleh untuk gerakan 2 jari.



**Gambar 4.11** Grafik gerakan jari jempol dan telunjuk

Pada grafik jari jempol dan telunjuk di atas dilakukan 4 kali percobaan gerakan jari jempol dan telunjuk dengan nilai thersholding jari jempol 0,05 dan telunjuk 0,08 didapatkan 2 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol dan telunjuk bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:  $\frac{2}{4} \times 100\% = 50\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol dan telunjuk maka untuk dua gerakan, gerakan jari jempol dan telunjuk dapat digunakan. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol dan telunjuk yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa jari telunjuk dan jempol terkadang

hanya terdeteksi salah satu dan terdapat pula jari yang ikut bergerak yakni jari tengah.

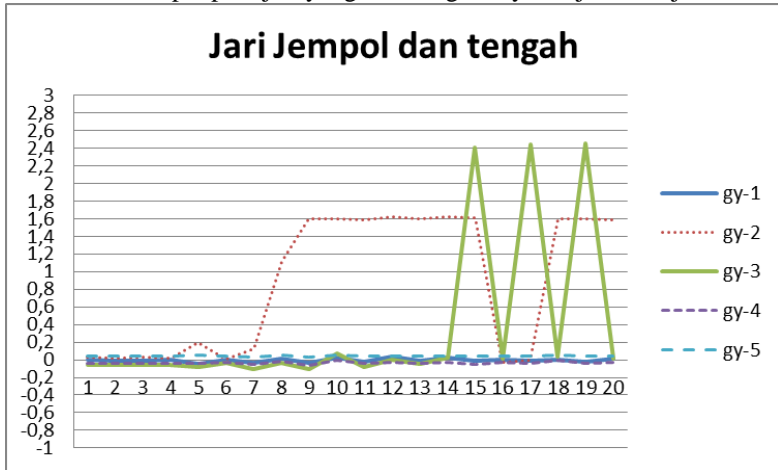
**Tabel 4.7** Jari jempol dan telunjuk

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0.01	0.02	-0.06	-0.03	0.05
2	-0.0	0.0	-0.05	-0.03	0.04
3	-0.09	0.02	-0.06	-0.03	0.05
4	0.02	-0.01	-0.06	-0.03	0.04
5	-0.01	0.03	-0.05	-0.03	0.04
6	-0.01	0.0	2.77	-0.04	0.04
7	-0.0	-0.02	2.43	-0.03	0.04
8	-0.01	0.01	2.48	-0.03	0.04
9	-0.01	0.01	2.48	-0.03	0.04
10	-0.0	-0.0	2.49	-0.04	0.04
11	-0.01	0.05	2.5	-0.04	0.04
12	0.02	-0.04	-0.05	-0.03	0.04
13	-0.06	-0.03	-0.06	-0.03	0.05
14	-0.0	1.4	-0.05	-0.03	0.05
15	-0.01	0.02	-0.07	-0.03	0.05
16	0.05	-0.02	0.09	-0.03	0.04
17	-0.04	-0.01	-0.06	-0.03	0.05
18	0.02	0.07	-0.05	-0.04	0.04
19	-0.03	0.05	-0.07	-0.04	0.04
20	0.03	0.05	-0.06	-0.03	0.04

Terdapat 4 gerakan .  
 Nilai thresholding jempol 0,05 dan telunjuk 0,08.  
 Keberhasilan gerakan 2 50%. Jari tengah ikut bergerak

Pada grafik jari jempol dan tengah di bawah ini dilakukan 9 kali percobaan gerakan jari jempol dan tengah dengan nilai thersholding jari jempol 0,05 dan tengah 0,07 didapatkan 1 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol dan tengah bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:  
 $1/9 \times 100\% = 11,11\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol dan tengah maka untuk dua gerakan, gerakan jari jempol dan tengah tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol dan tengah yang dilakukan oleh subjek

normal. Dari grafik gerakan di atas dapat diketahui bahwa jari tengah dan jempol terkadang hanya terdeteksi salah satu dan terdapat pula jari yang ikut bergerak yakni jari telunjuk.



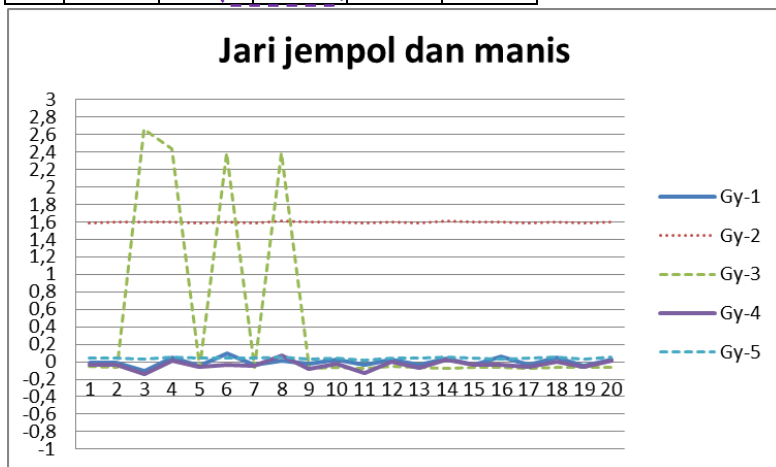
Gambar 4.12 Grafik gerakan jari jempol dan tengah

Tabel 4.8 Jari jempol dan tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.0	0.03	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.01	0.02	-0.06	-0.04	0.04
3	-0.01	0.03	-0.06	-0.04	0.04
4	-0.0	0.02	-0.06	-0.04	0.04
5	-0.05	0.19	-0.08	-0.04	0.05
6	0.0	0.01	-0.03	-0.03	0.04
7	0.04	0.12	-0.11	-0.05	0.03
8	0.01	1.11	-0.03	-0.02	0.05
9	-0.04	1.6	-0.11	-0.06	0.03
10	0.02	1.6	0.07	-0.01	0.05
11	-0.02	1.59	-0.08	-0.04	0.04
12	0.04	1.62	0.0	-0.03	0.04
13	-0.01	1.6	-0.05	-0.04	0.04
14	0.02	1.62	0.02	-0.03	0.04

Terdapat 9 gerakan. Nilai tresholding jempol 0,05 dan tengah 0,07. Keberhasilan gerakan 11,11%. Jari telunjuk ikut terdeteksi dan jempol dan tengah tidak bergerak bersamaan.

15	-0.01	1.61	2.41	-0.05	0.04
16	0.0	-0.03	0.01	-0.03	0.04
17	-0.01	0.0	2.44	-0.04	0.04
18	-0.0	1.6	0.04	-0.01	0.05
19	-0.02	1.6	2.45	-0.04	0.04
20	0.01	1.59	0.01	-0.03	0.04



**Gambar 4.13** Grafik gerakan Jari jempol dan manis

Pada grafik jari jempol dan manis di atas dilakukan 7 kali percobaan gerakan jari jempol dan manis dengan nilai thersholding jari jempol 0,05 dan manis 0,09 didapatkan 2 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol dan manis bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$2/7 \times 100\% = 28,57\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol dan manis maka untuk dua gerakan, gerakan jari jempol dan manis tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol dan manis yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa jari manis dan jempol terkadang hanya terdeteksi salah satu dan terdapat pula jari yang ikut bergerak yakni jari tengah.

**Tabel 4.9** Jari jempol dan manis

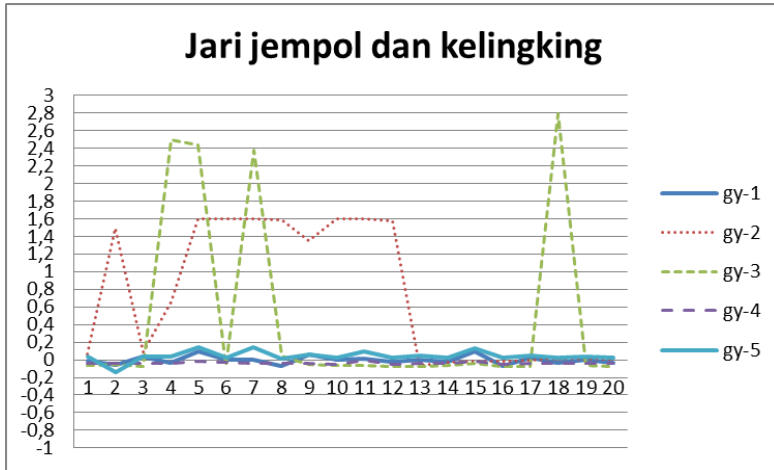
	Gy-1	Gy-2	Gy-3	Gy-4	Gy-5
1	-0.01	1.59	-0.05	-0.04	0.04
2	-0.01	1.6	-0.06	-0.04	0.04
3	-0.1	1.6	2.66	-0.14	0.03
4	0.05	1.6	2.43	0.01	0.05
5	-0.05	1.59	-0.06	-0.06	0.04
6	0.1	1.6	2.39	-0.03	0.04
7	-0.03	1.59	-0.06	-0.05	0.04
8	0.01	1.61	2.39	0.07	0.05
9	-0.02	1.6	-0.07	-0.08	0.03
10	-0.02	1.6	-0.06	-0.02	0.04
11	-0.03	1.59	-0.07	-0.13	0.02
12	0.03	1.6	-0.05	0.0	0.04
13	-0.04	1.59	-0.06	-0.07	0.04
14	0.04	1.61	-0.07	0.03	0.05
15	-0.03	1.6	-0.06	-0.04	0.04
16	0.06	1.6	-0.06	-0.04	0.03
17	-0.03	1.59	-0.07	-0.06	0.04
18	0.05	1.6	-0.06	0.0	0.05
19	-0.05	1.59	-0.06	-0.06	0.03
20	0.02	1.6	-0.06	0.01	0.05

Terdapat 7 gerakan .  
 Nilai tresholding jempol 0,05 dan manis 0,09.  
 Keberhasilan gerakan 2 28,57%. Jari tengah ikut terdeteksi. jempol dan manis tidak bergerak bersamaan.

Pada grafik jari jempol dan kelingking di bawah ini dilakukan 8 kali percobaan gerakan jari jempol dan kelingking dengan nilai thersholding jari jempol 0,05 dan kelingking 0,07 didapatkan 1 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol dan kelingking bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$1/8 \times 100\% = 12,5\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol dan kelingking maka untuk dua gerakan, gerakan jari jempol dan kelingking tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol dan kelingking yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa jari manis dan kelingking hampir tidak

terdeteksi secara bersama-sama dan terdapat pula jari yang ikut bergerak yakni jari tengah dan jari telunjuk.



**Gambar 4.14** Grafik jari jempol dan kelingking

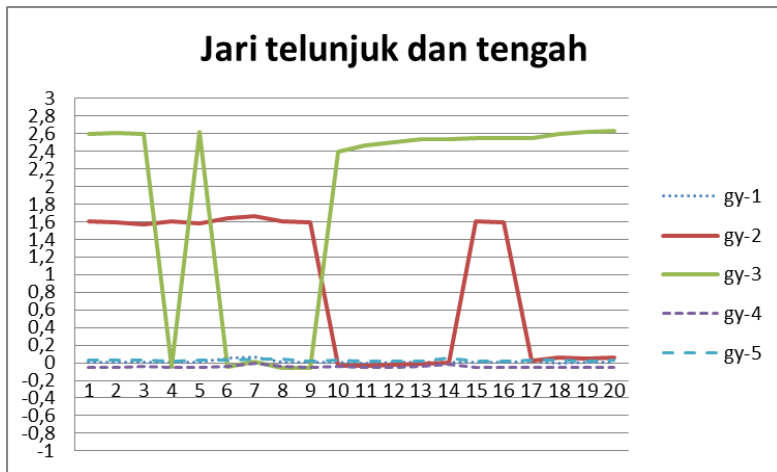
**Tabel 4.10** Jari jempol dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	0.07	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.06	1.49	-0.05	-0.04	-0.14
3	0.04	0.09	-0.08	-0.04	0.04
4	-0.03	0.65	2.5	-0.04	0.04
5	0.1	1.6	2.44	-0.02	0.14
6	0.0	1.6	-0.06	-0.03	0.03
7	-0.0	1.6	2.38	-0.04	0.14
8	-0.07	1.59	0.04	-0.04	0.01
9	0.06	1.35	-0.05	-0.04	0.06
10	-0.0	1.6	-0.06	-0.05	0.02
11	0.01	1.6	-0.06	-0.01	0.1
12	-0.02	1.58	-0.08	-0.05	0.02
13	-0.0	-0.06	-0.07	-0.04	0.05
14	-0.02	-0.03	-0.06	-0.04	0.02

Terdapat 8 gerakan .  
 Nilai thresholding jempol 0,05 dan kelingking 0,07.  
 Keberhasilan gerakan1 12,5%. Jari tengah dan telunjuk terdeteksi jempol dan manis tidak bergerak bersamaan.



15	0.1	-0.02	-0.04	-0.02	0.13
16	-0.07	-0.02	-0.07	-0.05	0.02
17	0.02	-0.01	-0.07	-0.04	0.05
18	-0.03	0.02	2.79	-0.04	0.03
19	-0.0	0.01	-0.06	-0.04	0.04
20	-0.03	0.01	-0.07	-0.04	0.03



**Gambar 4.15** Grafik jari telunjuk dan tengah

Pada grafik jari telunjuk dan tengah di atas dilakukan 5 kali percobaan gerakan jari telunjuk dan tengah dengan nilai thresholding jari telunjuk 0,08 dan tengah 0,07 didapatkan 1 gerakan yang menyatakan bahwa jari telunjuk dan tengah bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$1/5 \times 100\% = 20\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari telunjuk dan tengah maka untuk dua gerakan, gerakan jari telunjuk dan tengah tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari telunjuk dan tengah yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa jari telunjuk dan tengah hanya terdeteksi bersamaan sebanyak

satu kali. Selama percobaan hanya salah sensor yang terdeteksi adanya gerakan.

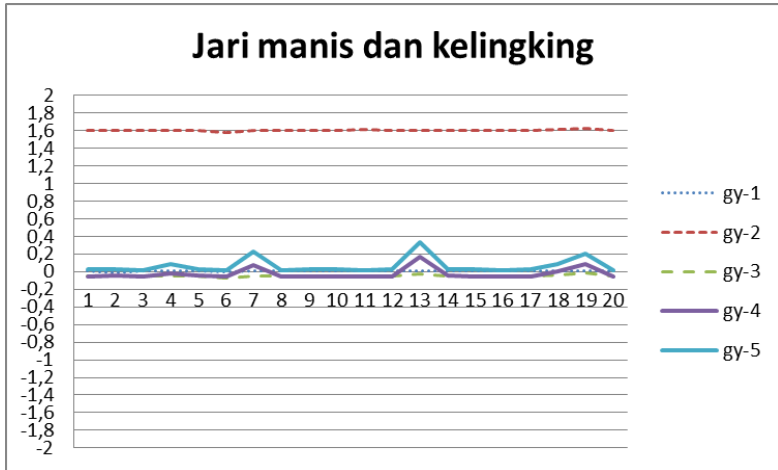
**Tabel 4.11** jari telunjuk dan tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0.01	1.6	2.59	-0.05	0.03
2	0.01	1.59	2.61	-0.05	0.03
3	0.01	1.57	2.6	-0.04	0.03
4	0.01	1.61	-0.05	-0.05	0.02
5	0.01	1.58	2.62	-0.05	0.03
6	0.05	1.64	-0.05	-0.04	0.03
7	0.07	1.66	0.01	-0.01	0.04
8	0.01	1.6	-0.06	-0.04	0.04
9	0.01	1.59	-0.06	-0.05	0.02
10	0.01	-0.03	2.39	-0.04	0.03
11	0.0	-0.04	2.46	-0.05	0.02
12	0.01	-0.02	2.5	-0.05	0.02
13	0.01	-0.01	2.54	-0.04	0.02
14	0.01	0.0	2.54	-0.02	0.05
15	0.01	1.6	2.55	-0.05	0.02
16	0.01	1.59	2.55	-0.05	0.02
17	0.02	0.02	2.55	-0.05	0.03
18	0.0	0.06	2.59	-0.05	0.03
19	0.01	0.05	2.62	-0.05	0.02
20	0.01	0.06	2.63	-0.05	0.03

Terdapat 5 gerakan .  
 Nilai thresholding telunjuk 0,08 dan tengah 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 1 20%. Jari telunjuk dan tengah terdeteksi namun tidak bersamaan.

Pada grafik jari manis dan kelingking di bawah ini dilakukan 4 kali percobaan gerakan jari manis dan kelingking dengan nilai thersholding jari manis 0,09 dan kalingking 0,07 didapatkan 4 gerakan yang menyatakan bahwa jari manis dan kelingking bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:  $\frac{4}{4} \times 100\% = 100\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari manis dan kelingking maka untuk dua gerakan, gerakan jari manis dan kelingking direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari manis dan kelingking yang dilakukan oleh subjek

normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa jari manis dan kelingking terdeteksi setiap percobaan gerakan.



**Gambar 4.16** Grafik jari manis dan kelingking

**Tabel 4.12** Jari manis dan kelingking

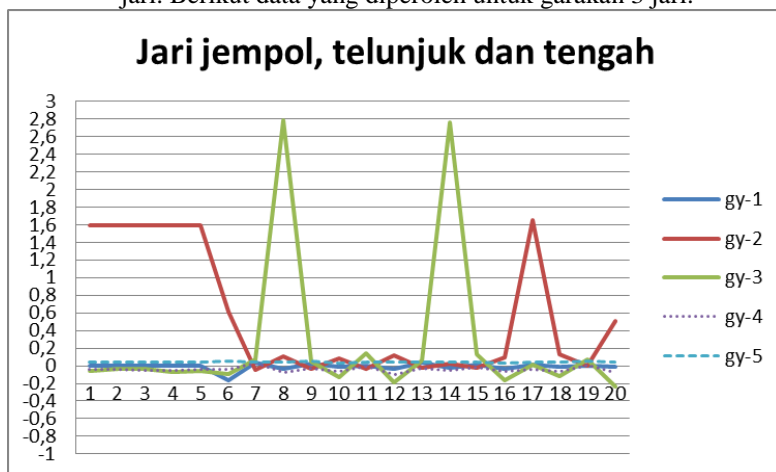
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.03
2	-0.01	1.6	-0.05	-0.04	0.03
3	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.02
4	0.01	1.6	-0.05	-0.02	0.08
5	0.01	1.6	-0.05	-0.04	0.03
6	0.0	1.58	-0.07	-0.06	0.02
7	0.01	1.6	-0.05	0.07	0.23
8	0.01	1.6	-0.05	0.05	0.02
9	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.03
10	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.03
11	0.01	1.61	-0.05	-0.05	0.02
12	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.03
13	0.01	1.6	-0.03	0.16	0.33
14	0.01	1.6	-0.05	-0.04	0.03

Terdapat 4 gerakan .  
 Nilai tresholding manis 0,09 dan kelingking 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 4 100%.

15	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.03
16	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.02
17	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.03
18	0.01	1.61	-0.04	0.0	0.08
19	0.01	1.63	-0.02	0.09	0.2
20	0.01	1.6	-0.05	-0.05	0.02

### 4.2.3 Gerakan 3 jari

Pengujian gerakan tiga jari merupakan pengambilan data untuk gerakan yang dilakukan dengan mengkombinasikan 3 jari. Berikut data yang diperoleh untuk gerakan 3 jari.



**Gambar 4.17** Grafik jari jempol, telunjuk dan tengah

Pada grafik jari jempol, telunjuk dan tengah di atas dilakukan 8 kali percobaan gerakan jari jempol, telunjuk dan tengah dengan nilai thresholding jari jempol 0,05, telunjuk 0,08 dan tengah 0,07 didapatkan 4 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol, telunjuk dan tengah bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$\frac{4}{8} \times 100\% = 50\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol, telunjuk dan tengah maka untuk tiga gerakan, gerakan

jari jempol, telunjuk dan tengah direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol, telunjuk dan tengah yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa ketiga jari lebih sering terdeteksi 2 gerakan saja yaitu pada jari telunjuk dan tengah.

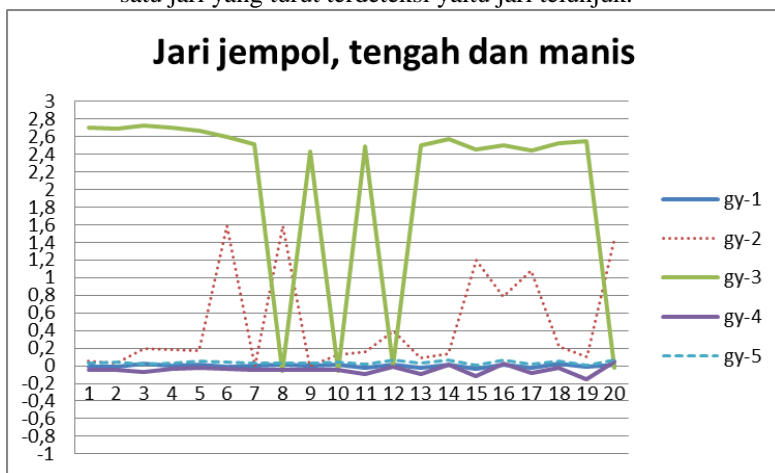
**Tabel 4.13** jari jempol, telunjuk dan tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.0	1.59	-0.06	-0.04	0.04
2	-0.0	1.59	-0.04	-0.04	0.04
3	-0.0	1.59	-0.04	-0.05	0.04
4	-0.0	1.59	-0.07	-0.05	0.04
5	-0.0	1.59	-0.06	-0.04	0.04
6	-0.16	0.61	-0.09	-0.04	0.05
7	0.04	-0.05	0.07	0.03	0.04
8	-0.04	0.11	2.78	-0.08	0.04
9	0.03	-0.03	0.05	-0.03	0.05
10	-0.01	0.08	-0.13	-0.06	0.03
11	-0.0	-0.03	0.14	-0.01	0.04
12	-0.03	0.12	-0.19	-0.1	0.04
13	0.04	-0.02	0.06	-0.03	0.04
14	-0.02	0.03	2.76	-0.05	0.04
15	0.01	-0.02	0.13	-0.02	0.04
16	-0.04	0.1	-0.16	-0.06	0.03
17	0.01	1.65	0.01	-0.04	0.04
18	-0.01	0.13	-0.12	-0.06	0.04
19	0.0	-0.0	0.07	0.01	0.05
20	-0.01	0.51	-0.23	-0.07	0.04

Terdapat 8 gerakan .  
 Nilai thresholding jempol 0,05, telunjuk 0,08 dan tengah 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 4 50%.

Pada grafik jari jempol, tengah dan manis di bawah inidilakukan 6 kali percobaan gerakan jari jempol, tengah dan manis dengan nilai thersholding jari jempol 0,05, tengah 0,07 dan manis 0,09 didapatkan 0 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol, tengah dan manis bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$0/4 \times 100\% = 0\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol, tengah dan manis maka untuk tiga gerakan, gerakan jari jempol, tengah dan manis tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol, tengah dan manis yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa ketiga jari lebih sering terdeteksi 2 gerakan saja yaitu pada jari manis dan tengah. Terdapat salah satu jari yang turut terdeteksi yaitu jari telunjuk.



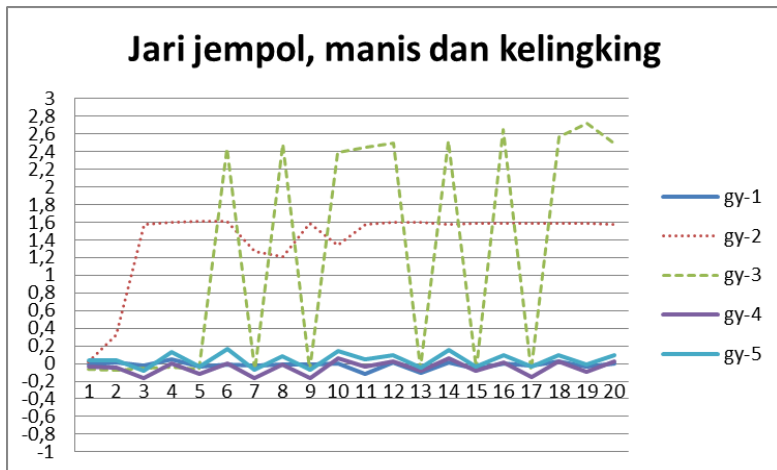
**Gambar 4.18** Grafik gerakan jari jempol, tengah dan manis

**Tabel 4.14** jari jempol, tengah dan manis

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	0.05	2.7	-0.05	0.03
2	-0.01	0.03	2.69	-0.05	0.04
3	0.02	0.2	2.72	-0.07	0.02
4	-0.0	0.18	2.7	-0.04	0.03
5	0.01	0.17	2.67	-0.02	0.05
6	-0.01	1.59	2.59	-0.04	0.04
7	-0.0	0.0	2.51	-0.05	0.03
8	0.01	1.59	-0.06	-0.05	0.03

9	-0.0	-0.01	2.43	-0.05	0.03
10	0.01	0.13	-0.06	-0.05	0.04
11	-0.02	0.16	2.49	-0.09	0.02
12	0.01	0.4	-0.0	-0.01	0.06
13	-0.02	0.09	2.5	-0.09	0.03
14	0.01	0.14	2.57	0.01	0.07
15	-0.04	1.2	2.45	-0.12	0.01
16	0.01	0.78	2.5	0.019	0.07
17	-0.02	1.08	2.44	-0.08	0.02
18	0.02	0.22	2.52	-0.02	0.05
19	-0.01	0.1	2.55	-0.15	0.01
20	0.01	1.41	-0.02	0.04	0.06

Terdapat 6 gerakan .  
 Nilai thresholding jempol 0,05, tengah 0,07 dan manis 0,09.  
 Keberhasilan gerakan 0  
 0%. Jari tidak terdeteksi secara bersamaan.



**Gambar 4.19** Grafik gerakan jari jempol, manis dan kelingking

Pada grafik jari jempol, manis dan kelingking di atas dilakukan 9 kali percobaan gerakan jari jempol, manis dan kelingking dengan nilai thersholding jari jempol 0,05, manis 0,09 dan kelingking 0,07 didapatkan 1 gerakan yang menyatakan bahwa jari jempol, manis dan kelingking bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

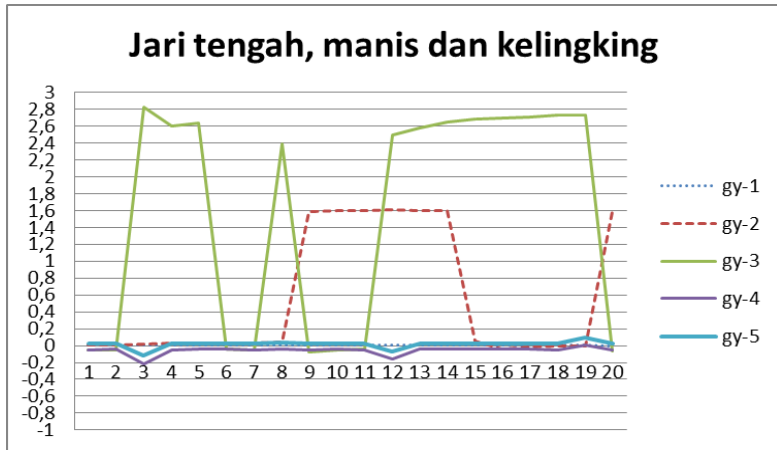
$1/9 \times 100\% = 11,11\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari jempol, manis dan kelingking maka untuk tiga gerakan, gerakan jari jempol, manis dan kelingking tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari jempol, manis dan kelingking yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa untuk gerakan jari jempol, manis dan kelingking diikuti dengan perubahan pada jari telunjuk dan tengah atau salah satu dari dua jari tersebut.

**Tabel 4.15** jari jempol, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	0.02	-0.06	-0.04	0.04
2	0.01	0.32	-0.07	-0.05	0.04
3	-0.02	1.58	-0.05	-0.17	-0.08
4	0.05	1.6	-0.04	0.0	0.13
5	-0.03	1.61	-0.06	-0.12	-0.03
6	-0.01	1.61	2.43	0.0	0.16
7	-0.02	1.27	-0.08	-0.17	-0.07
8	-0.01	1.21	2.48	-0.01	0.08
9	-0.01	1.59	-0.08	-0.16	-0.07
10	-0.0	1.34	2.39	0.06	0.14
11	-0.12	1.58	2.45	-0.04	0.05
12	0.01	1.6	2.49	0.03	0.09
13	-0.11	1.6	-0.05	-0.08	-0.05
14	0.01	1.58	2.52	0.06	0.15
15	-0.06	1.59	-0.06	-0.08	-0.03
16	0.0	1.59	2.65	0.01	0.09
17	-0.02	1.59	-0.07	-0.15	-0.03
18	0.03	1.59	2.56	0.03	0.09
19	-0.03	1.59	2.72	-0.09	-0.01
20	0.0	1.57	2.5	0.019	0.1

Terdapat 9 gerakan .  
 Nilai thresholding jempol 0,05, manis 0,09 dan kelingking 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 1 11,11%. Jaring tengah atau telunjuk ikut terdeteksi.





**Gambar 4.20** Grafik gerakan jari tengah, manis dan kelingking

Pada grafik jari tengah, manis dan kelingking di atas dilakukan 6 kali percobaan gerakan jari tengah, manis dan kelingking dengan nilai thersholding jari tengah 0,07, manis 0,09 dan kelingking 0,07 didapatkan 3 gerakan yang menyatakan bahwa jari tengah, manis dan kelingking bergerak. Sehingga tingkat akurasi sebesar:

$3/6 \times 100\% = 50\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari tengah, manis dan kelingking maka untuk tiga gerakan, gerakan jari tengah, manis dan kelingking direkomendasi untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari tengah, manis dan kelingking yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa untuk gerakan jari tengah, manis dan kelingking sering terdeteksi secara bersamaan, jari telunjuk merupakan tambahan jari yang terdeteksi ketika ketiga jari tersebut bergerak.

**Tabel 4.16** jari tengah, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0.01	0.01	-0.05	-0.05	0.03
2	0.01	0.01	-0.05	-0.04	0.03

3	0.01	0.02	2.82	-0.22	-0.12
4	0.01	0.03	2.6	-0.05	0.03
5	0.01	0.03	2.64	-0.04	0.03
6	0.01	0.03	-0.04	-0.04	0.03
7	0.01	0.03	-0.05	-0.05	0.02
8	0.01	0.04	2.39	-0.04	0.04
9	0.01	1.59	-0.07	-0.05	0.02
10	0.01	1.6	-0.05	-0.04	0.03
11	0.01	1.6	-0.04	-0.05	0.02
12	0.01	1.61	2.5	-0.16	-0.07
13	0.01	1.6	2.58	-0.04	0.03
14	0.01	1.6	2.65	-0.04	0.03
15	0.01	0.05	2.68	-0.04	0.03
16	0.01	-0.04	2.7	-0.04	0.03
17	0.01	-0.02	2.71	-0.04	0.03
18	0.01	-0.0	2.73	-0.05	0.02
19	0.01	0.0	2.73	0.01	0.1
20	0.0	1.59	-0.06	-0.05	0.02

Terdapat 6 gerakan .  
 Nilai tresholding tengah 0,07, manis 0,09 dan kelingking 0,07. Keberhasilan gerakan 3 50%. Jari tengah terdeteksi, tetapi yang lain tidak.

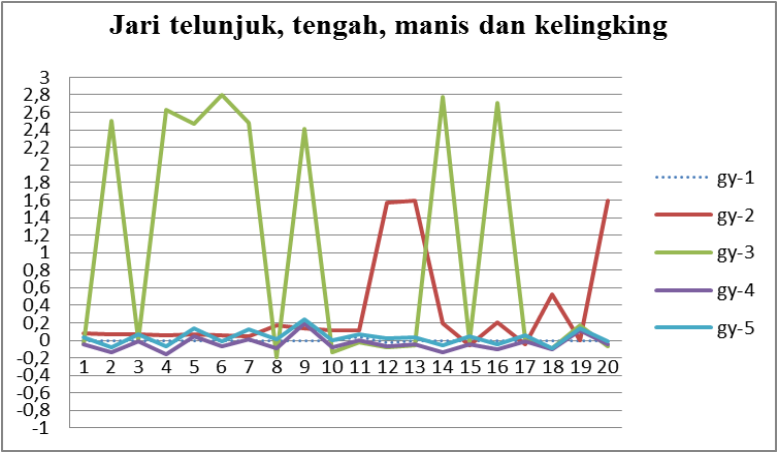
#### 4.2.4 Gerakan 4 jari

Pengujian gerakan empat jari merupakan pengambilan data untuk gerakan yang dilakukan dengan mengkombinasikan 4 jari yang mampu dilakukan oleh orang normal. Berikut data yang diperoleh untuk gerakan 4 jari. Gerakan sederhana yang merupakan kombinasi dari 4 jari yang mampu dilakukan oleh orang pada umumnya.

Pada grafik jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking di bawah ini dilakukan 9 kali percobaan gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking dengan nilai thersholding jari telunjuk 0,08, tengah 0,07, manis 0,09 dan kelingking 0,07 didapatkan 5 gerakan yang menyatakan bahwa jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$5/9 \times 100\% = 55,55\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking maka untuk empat gerakan, gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking

direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa untuk beberapa percobaan gerakan jari telunjuk kurang terdeteksi.



**Gambar 4. 21** Grafik gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking

**Tabel 4. 17** jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	0.08	-0.05	-0.04	0.03
2	-0.0	0.07	2.5	-0.14	-0.08
3	-0.0	0.07	-0.0	-0.01	0.07
4	-0.01	0.06	2.63	-0.16	-0.07
5	-0.01	0.07	2.47	0.04	0.14
6	-0.01	0.06	2.8	-0.07	-0.01
7	-0.01	0.05	2.48	0.01	0.13
8	-0.01	0.17	-0.19	-0.09	0.01
9	0.0	0.14	2.41	0.19	0.24
10	-0.01	0.11	-0.14	-0.08	0.0
11	0.04	0.11	-0.02	0.0	0.07

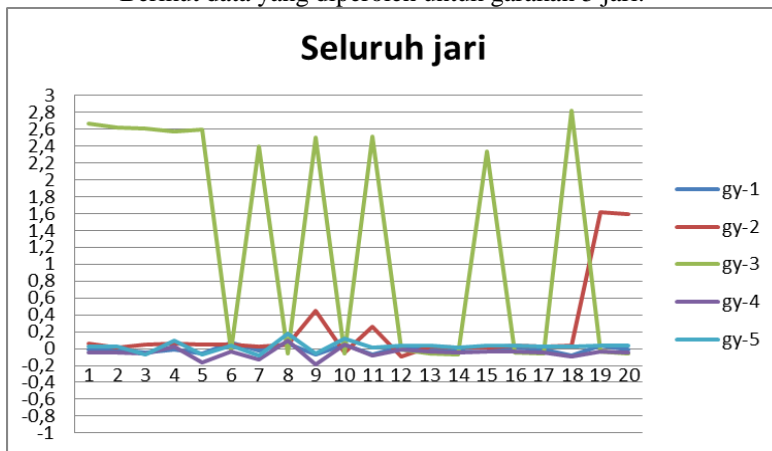
Terdapat 9 gerakan . Nilai tresholding telunjuk 0,08, tengah 0,07, manis 0,09 dan kelingking 0,07. Keberhasilan gerakan 5 55,55%. Pada

12	-0.03	1.57	-0.08	-0.07	0.02
13	-0.01	1.59	-0.06	-0.05	0.03
14	-0.01	0.19	2.78	-0.14	-0.06
15	-0.0	-0.06	-0.01	-0.04	0.05
16	-0.01	0.21	2.71	-0.1	-0.04
17	-0.01	-0.04	-0.0	-0.01	0.06
18	-0.0	0.52	-0.09	-0.1	-0.09
19	-0.0	-0.0	0.17	0.10	0.14
20	-0.01	1.59	-0.07	-0.05	-0.01

beberapa gerakan telunjuk tidak terdeteksi.

#### 4.2.5 Gerakan 5 jari

Pengujian gerakan lima jari merupakan pengambilan data untuk gerakan yang dilakukan dengan mengkombinasikan keseluruhan jari yang mampu dilakukan oleh orang normal. Berikut data yang diperoleh untuk gerakan 5 jari.



**Gambar 4.22** Grafik gerakan seluruh jari

Pada grafik gerakan seluruh dari dilakukan 9 kali percobaan gerakan seluruh jari dengan nilai thersholding jari jempol 0,05, telunjuk 0,08, tengah 0,07, manis 0,09 dan kelingking 0,07 didapatkan 3 gerakan yang menyatakan

bahwa keseluruhan jari bergerak. Sehingga tingkat akurasinya sebesar:

$\frac{3}{9} \times 100\% = 33,33\%$ . Dari nilai presentasi akurasi gerakan seluruh jari maka untuk 5 gerakan, gerakan keseluruhan jari tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai isyarat aktifitas. Dibawah ini terdapat data tabel dari gerakan keseluruhan jari yang dilakukan oleh subjek normal. Dari grafik gerakan diatas dapat diketahui bahwa untuk beberapa percobaan gerakan jari telunjuk kurang terdeteksi.

**Tabel 4.18** jari jempol, telunjuk, tengah, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	-0.01	0.06	2.66	-0.05	0.03
2	-0.01	0.01	2.62	-0.05	0.03
3	-0.05	0.05	2.61	-0.06	-0.07
4	-0.01	0.06	2.57	0.03	0.09
5	-0.06	0.05	2.59	-0.16	-0.07
6	0.07	0.05	-0.02	-0.04	0.04
7	-0.02	0.02	2.4	-0.13	-0.08
8	-0.06	0.05	-0.06	0.09	0.18
9	-0.07	0.45	2.5	-0.19	-0.06
10	0.05	-0.05	-0.06	0.049	0.12
11	-0.07	0.26	2.51	-0.08	0.01
12	0.03	-0.09	-0.01	-0.01	0.04
13	-0.01	0.03	-0.06	-0.04	0.04
14	-0.0	0.01	-0.07	-0.05	0.01
15	0.01	0.01	2.33	-0.04	0.04
16	0.01	0.04	-0.05	-0.04	0.04
17	-0.01	0.03	-0.06	-0.05	0.03
18	-0.08	0.04	2.82	-0.09	0.03
19	0.04	1.62	-0.04	-0.04	0.04
20	-0.01	1.59	-0.06	-0.05	0.04

Terdapat 4 gerakan .  
 Nilai tresholding jempol 0,05  
 telunjuk 0,08,  
 tengah 0,07,  
 manis 0,09 dan kelingking 0,07.  
 Keberhasilan gerakan 2 33,33%. Pada beberapa gerakan telunjuk tidak terdeteksi.

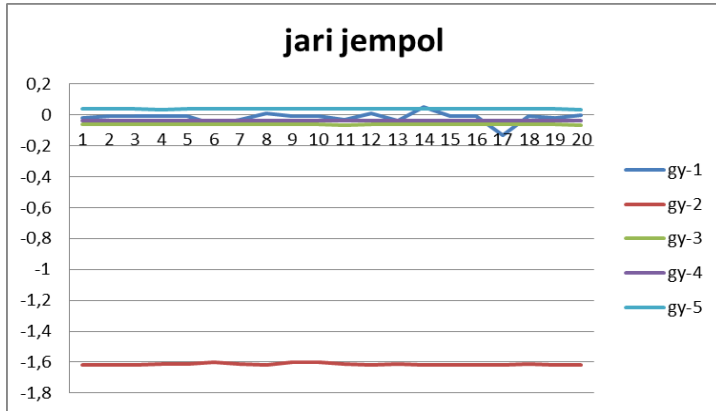
#### 4.3 Akurasi data gerakan dengan metode thersholding secara langsung

Analisa raw data gerakan sebelum penentuan nilai thersholding berdasarkan metode penentuan nilai thersholding diatas. Grafik raw data yang diperoleh ditentukan parameter yang mempengaruhi grafik tersebut. Pada penelitian ini digunakan parameter luasan dan pewaktu.

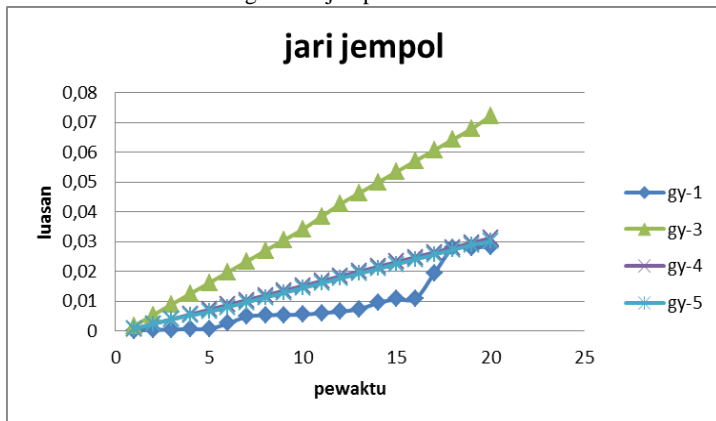
#### 4.3.1 Gerakan 1 jari

**Tabel 4.19** data luasan jari jempol

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,0002	1,3122	0,0018	0,0008	0,0008
2	0,00045	3,9366	0,0054	0,0024	0,0024
3	0,00055	6,561	0,009	0,004	0,004
4	0,00065	9,16925	0,0126	0,0056	0,0053
5	0,00075	11,76135	0,0162	0,0072	0,0065
6	0,0026	14,3374	0,0198	0,0088	0,0081
7	0,00485	16,91345	0,0234	0,0104	0,0097
8	0,00535	19,5217	0,027	0,012	0,0113
9	0,00545	22,1139	0,0306	0,0136	0,0129
10	0,00555	24,6739	0,0342	0,0152	0,0145
11	0,00605	27,24995	0,0385	0,0168	0,0161
12	0,00655	29,8582	0,0427	0,0184	0,0177
13	0,0074	32,46645	0,0463	0,02	0,0193
14	0,00945	35,0747	0,0499	0,0216	0,0209
15	0,01075	37,6991	0,0535	0,0232	0,0225
16	0,01085	40,3235	0,0571	0,0248	0,0241
17	0,01935	42,9479	0,0607	0,0264	0,0257
18	0,02785	45,55615	0,0643	0,028	0,0273
19	0,0281	48,1644	0,0679	0,0296	0,0289
20	0,0283	50,7888	0,0722	0,0312	0,0302



**Gambar 4.23** Raw data gerakan jempol



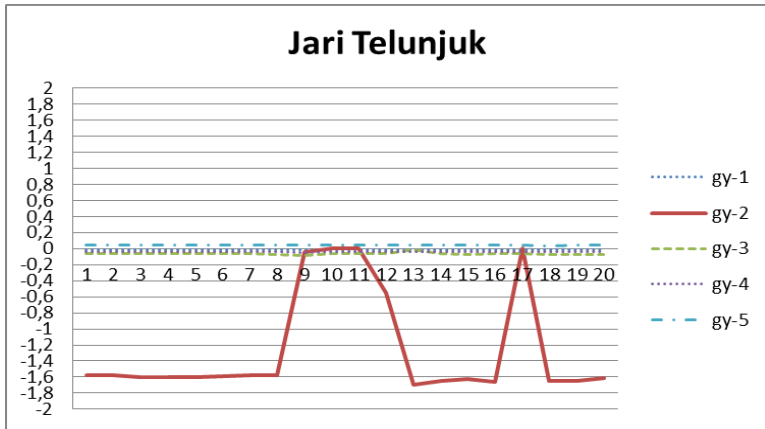
**Gambar 4.24** Grafik parameter jari jempol

Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari jempol sehingga grafik parameter menjadi tidak konstan, akan tetapi pada grafik parameter tidak menampilkan grafik jari telunjuk karena nilai pada grafik tersebut membuat nilai grafik lain tidak dapat dilihat perbedaan antara jari jempol dan jari lainnya.

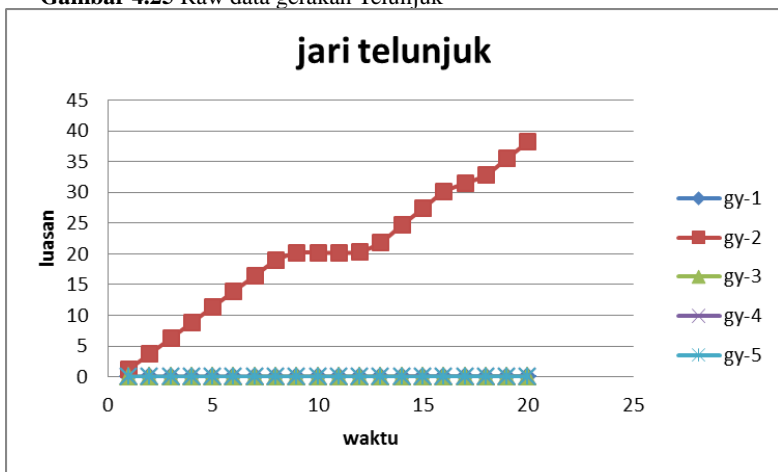
**Tabel 4.20** data luasan jari telunjuk

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	1,2482	0,0018	0,0008	0,0008
2	0,00015	3,7446	0,0054	0,0024	0,0024
3	0,00025	6,2728	0,009	0,004	0,004
4	0,00035	8,8328	0,0126	0,0056	0,0056
5	0,00045	11,3928	0,0162	0,0072	0,0072
6	0,00055	13,9369	0,0198	0,0088	0,0088
7	0,00065	16,4491	0,0234	0,0104	0,0104
8	0,00075	18,9455	0,02765	0,012	0,012
9	0,00085	20,1945	0,03415	0,01405	0,0136
10	0,00095	20,1953	0,04	0,0161	0,0152
11	0,00105	20,1953	0,0436	0,0177	0,0168
12	0,00115	20,3466	0,0472	0,0193	0,0184
13	0,00125	21,9259	0,0492	0,0209	0,02
14	0,00135	24,7152	0,0512	0,0225	0,0216
15	0,00145	27,4049	0,05545	0,0241	0,0232
16	0,00155	30,1111	0,0597	0,0257	0,0248
17	0,00165	31,4889	0,0633	0,0273	0,0264
18	0,00175	32,8502	0,06755	0,0289	0,0277
19	0,00185	35,5727	0,07245	0,0305	0,0289
20	0,00195	38,23	0,07735	0,0321	0,0305





**Gambar 4.25** Raw data gerakan Telunjuk

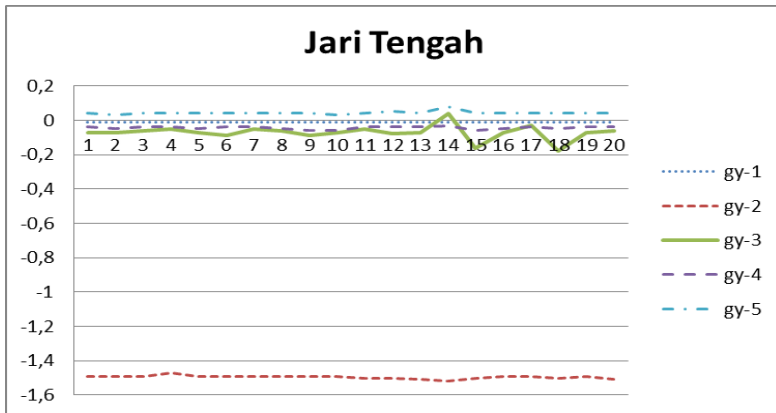


**Gambar 4.26** Grafik parameter jari telunjuk

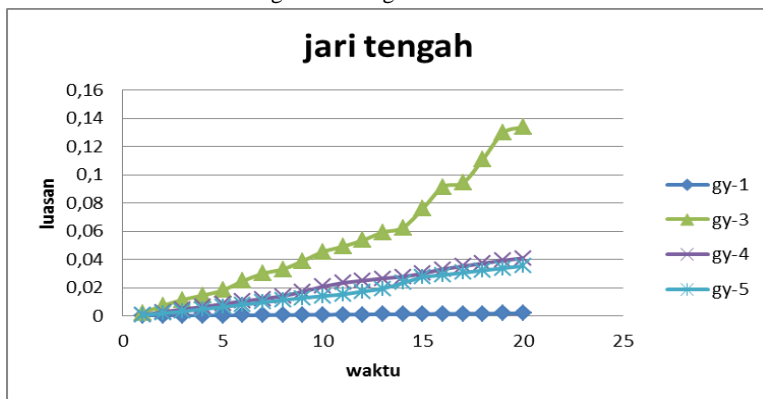
Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari telunjuk sehingga grafik parameter menjadi tidak konstan dan nilai jari lainnya nol.

**Tabel 4.21** Data lausan jari tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	1,11005	0,0025	0,0008	0,0008
2	0,00015	3,33015	0,0074	0,0029	0,0021
3	0,00025	5,55025	0,0116	0,0049	0,0033
4	0,00035	7,74075	0,0147	0,0065	0,0049
5	0,00045	9,93125	0,0184	0,0086	0,0065
6	0,00055	12,1514	0,0249	0,0106	0,0081
7	0,00065	14,3715	0,0302	0,0122	0,0097
8	0,00075	16,5916	0,0332	0,0143	0,0113
9	0,00085	18,8117	0,0391	0,0173	0,0129
10	0,00095	21,0318	0,0456	0,0209	0,0142
11	0,00105	23,2668	0,0493	0,0235	0,0154
12	0,00115	25,5168	0,0537	0,0251	0,0175
13	0,00125	27,7819	0,0594	0,0267	0,0195
14	0,00135	30,0771	0,0626	0,028	0,0235
15	0,00145	32,3573	0,0762	0,0302	0,0275
16	0,00155	34,5924	0,0915	0,0333	0,0291
17	0,00165	36,8125	0,0944	0,0353	0,0307
18	0,00175	39,0475	0,111	0,0374	0,0323
19	0,00185	41,2826	0,1297	0,0394	0,0339
20	0,00195	43,5327	0,1339	0,041	0,0355



**Gambar 4.27** Raw data gerakan tengah



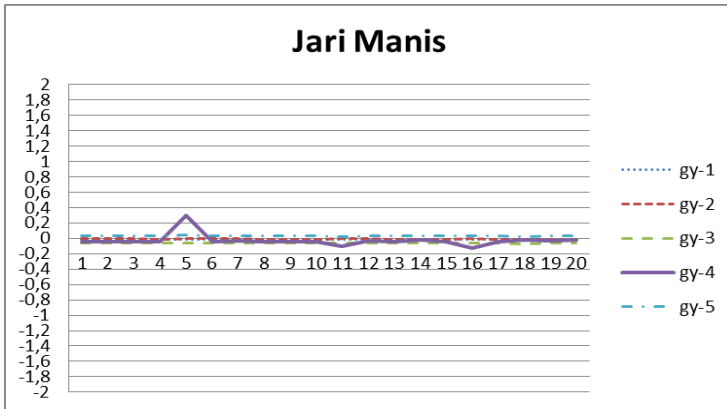
**Gambar 4.28** Grafik parameter jari tengah

Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari tengah dan jari kelingking sehingga grafik parameter menjadi tidak konstan. Grafik jari lain dapat terdeteksi karena penentuan thershold setiap jari didarakan gerakan setiap jari, bukan pada keadaan jari ketika bergerak. Pada grafik parameter tidak menampilkan grafik jari telunjuk karena nilai pada grafik tersebut membuat nilai

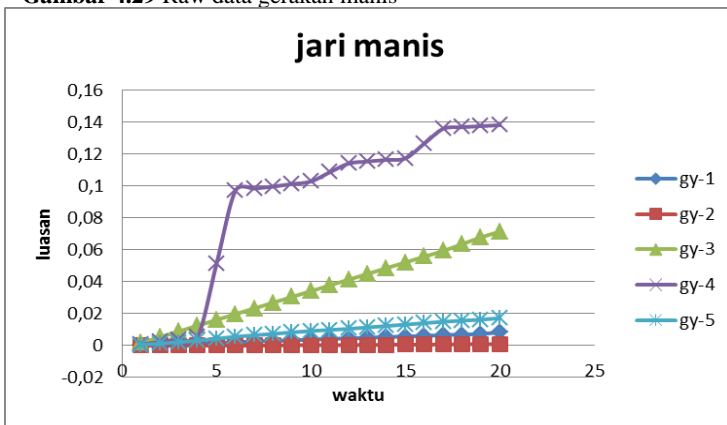
grafik lain tidak dapat dilihat perbedaan antara jari jempol dan jari lainnya.

**Tabel 4.22** Data lausan jari manis

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,0002	0	0,0018	0,0008	0,0005
2	0,0006	0	0,0054	0,0024	0,0014
3	0,001	0	0,009	0,004	0,0023
4	0,0014	5E-05	0,0126	0,0056	0,0032
5	0,0018	0,0001	0,0162	0,0514	0,0044
6	0,0022	0,0001	0,0198	0,0972	0,0057
7	0,0026	0,0001	0,0234	0,09845	0,0066
8	0,003	0,0002	0,027	0,0997	0,0075
9	0,0034	0,0003	0,0306	0,1013	0,0084
10	0,0038	0,0004	0,0342	0,1029	0,0093
11	0,0042	0,0004	0,0378	0,1087	0,0099
12	0,0046	0,0004	0,0414	0,11415	0,0106
13	0,005	0,0005	0,045	0,1154	0,0115
14	0,0054	0,0006	0,0486	0,1164	0,0124
15	0,0058	0,0007	0,0522	0,1174	0,0133
16	0,0062	0,0007	0,0558	0,12665	0,0142
17	0,0066	0,0008	0,0594	0,1359	0,0151
18	0,007	0,0009	0,06365	0,1369	0,0157
19	0,0074	0,001	0,0679	0,13755	0,0164
20	0,0084	0,0011	0,0715	0,1382	0,0173



**Gambar 4.29** Raw data gerakan manis

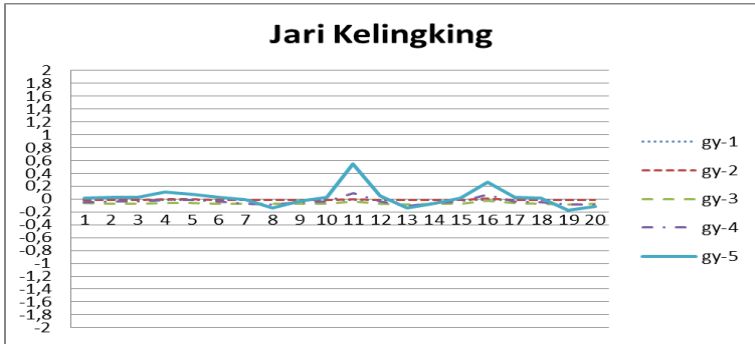


**Gambar 4.30** Grafik parameter jari manis

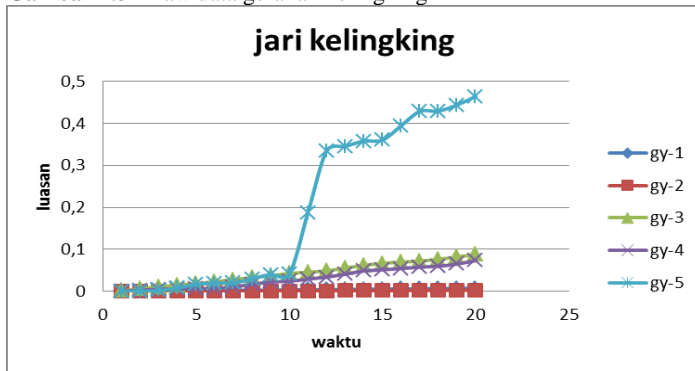
Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari manis sehingga grafik parameter menjadi tidak konstan. Pada grafik parameter menampilkan grafik jari telunjuk karena nilai pada grafik tersebut telah sesuai dengan nilai awal sensor lainnya ketika diam.

**Tabel 4.23** Data lausan jari kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,0002	0,00005	0,0018	0,0013	0,0002
2	0,0006	0,00015	0,0061	0,0033	0,0009
3	0,001	0,00025	0,011	0,0049	0,0018
4	0,0014	0,0003	0,0152	0,0059	0,0083
5	0,0018	0,0003	0,0188	0,0063	0,0168
6	0,0022	0,00035	0,0231	0,0073	0,0197
7	0,0026	0,0006	0,028	0,0106	0,0202
8	0,0029	0,00085	0,0329	0,0171	0,03
9	0,0031	0,00095	0,0378	0,0224	0,0403
10	0,0035	0,00105	0,0427	0,0244	0,0412
11	0,0039	0,0011	0,0459	0,0293	0,1874
12	0,0043	0,0013	0,0492	0,0341	0,3345
13	0,0047	0,0017	0,0557	0,041	0,3455
14	0,0051	0,00195	0,0622	0,0488	0,3578
15	0,0055	0,00205	0,0671	0,0514	0,3604
16	0,0059	0,00215	0,07	0,0547	0,3944
17	0,0063	0,00225	0,0722	0,0579	0,4287
18	0,0067	0,0025	0,0765	0,06	0,4293
19	0,0071	0,00275	0,0821	0,0653	0,444
20	0,0075	0,00285	0,0878	0,0734	0,4645



**Gambar 4.31** Raw data gerakan kelingking



**Gambar 4.32** Grafik parameter jari manis

Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari kelingking sehingga grafik parameter menjadi tidak konstan. Pada grafik parameter menampilkan grafik jari telunjuk karena nilai pada grafik tersebut telah sesuai dengan nilai awal sensor lainnya ketika diam.

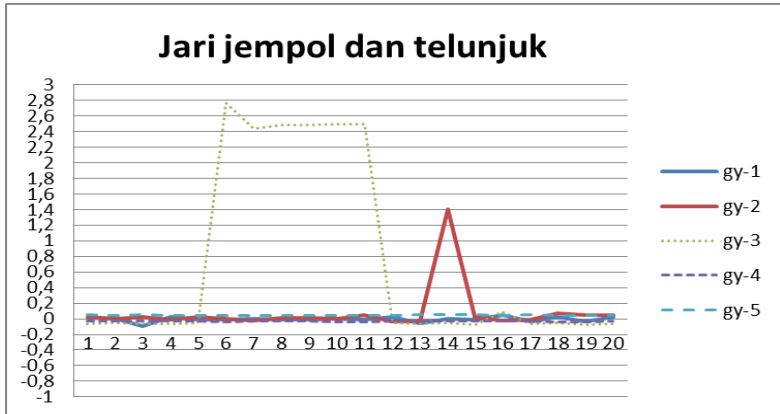
Pada gerakan satu jari setiap jari dapat teridentifikasi ada dan tidaknya gerakan, karena dalam gerakan satu jari threshold yang digunakan sesuai dengan gerakan individu masing-masing tanpa adanya pengaruh gerakan jari lainnya.

### 4.3.2 Gerakan 2 jari

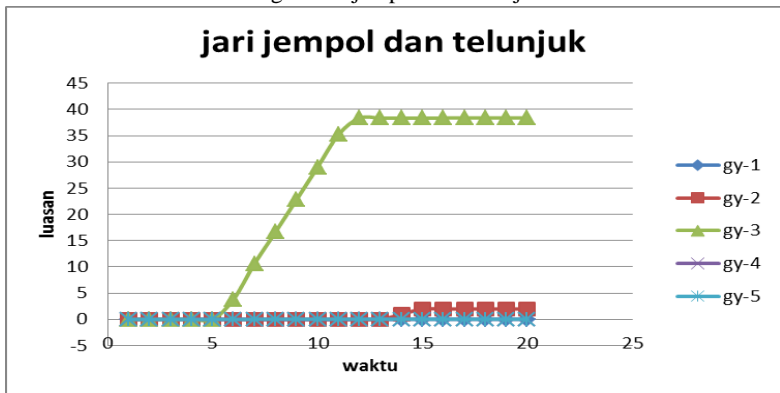
**Tabel 4.24** data luasan jari jempol dan telunjuk

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,0002	0,0018	0,0005	0,0013
2	0,0001	0,0004	0,0049	0,0014	0,0033
3	0,00415	0,0006	0,0079	0,0023	0,0054
4	0,0084	0,0009	0,0115	0,0032	0,0074
5	0,00865	0,0014	0,0146	0,0041	0,009
6	0,00875	0,0018	3,8523	0,0053	0,0106
7	0,0088	0,002	10,641	0,0066	0,0122
8	0,00885	0,0023	16,669	0,0075	0,0138
9	0,00895	0,0024	22,819	0,0084	0,0154
10	0,009	0,0024	28,994	0,0096	0,017
11	0,00905	0,0037	35,22	0,0112	0,0186
12	0,0093	0,0057	38,346	0,0125	0,0202
13	0,0113	0,007	38,349	0,0134	0,0223
14	0,0131	0,9874	38,352	0,0143	0,0248
15	0,01315	1,9676	38,356	0,0152	0,0273
16	0,01445	1,968	38,362	0,0161	0,0293
17	0,0165	1,9683	38,368	0,017	0,0314
18	0,0175	1,9708	38,371	0,0182	0,0334
19	0,01815	1,9745	38,375	0,0198	0,035
20	0,01905	1,977	38,379	0,0211	0,0366





**Gambar 4.33** Raw data gerakan jempol dan telunjuk



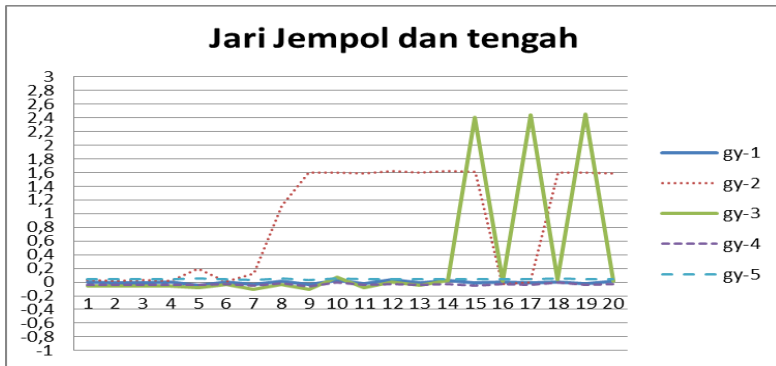
**Gambar 4.34** Grafik parameter jari jempol dan telunjuk

Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari telunjuk dan tengah. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Pada gerakan jari jempol dan telunjuk seharusnya bergerak bersama akan tetapi jari tengah dan jari telunjuk yang bergerak, pergerakan grafik dinyatakan bersama karena pola dari grafik yang hampir sama. Berdasarkan analisa tersebut dapat dinyatakan bahwa threshold yang ditetapkan pada jari

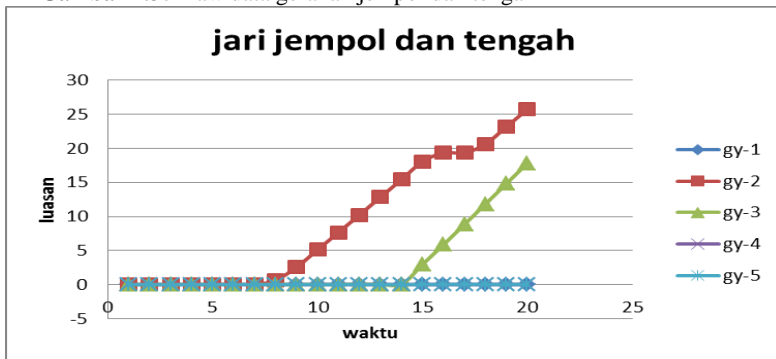
tersbeut tidak sesuai jika jari jempol bergerak denngan jari lainnya. Sedangkan jari tengah memiliki thershold yang mudah terdeteksi karena ketika jari telunjuk dan jempol bergerak, jari jempol akan ikut bergerak akan tetapi gerakannya cukup kecil.

**Tabel 4.25** data luasan jari telunjuk dan tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0	5E-04	0,0018	0,0008	0,0008
2	5E-05	0,001	0,0054	0,0024	0,0024
3	0,0002	0,002	0,009	0,004	0,004
4	0,0002	0,002	0,0126	0,0056	0,0056
5	0,0015	0,021	0,0176	0,0072	0,0077
6	0,0027	0,039	0,0213	0,0085	0,0097
7	0,0035	0,046	0,0278	0,0102	0,011
8	0,0044	0,669	0,0343	0,0116	0,0127
9	0,0052	2,565	0,0408	0,0136	0,0144
10	0,0062	5,125	0,0493	0,0155	0,0161
11	0,0066	7,669	0,0549	0,0163	0,0181
12	0,0076	10,25	0,0581	0,0176	0,0197
13	0,0085	12,84	0,0594	0,0188	0,0213
14	0,0087	15,43	0,0608	0,0201	0,0229
15	0,009	18,04	2,9651	0,0218	0,0245
16	0,009	19,33	5,8692	0,0235	0,0261
17	0,0091	19,34	8,846	0,0247	0,0277
18	0,0091	20,62	11,824	0,0256	0,0298
19	0,0093	23,18	14,826	0,0264	0,0318
20	0,0096	25,72	17,827	0,0277	0,0334



**Gambar 4.35** Raw data gerakan jempol dan tengah



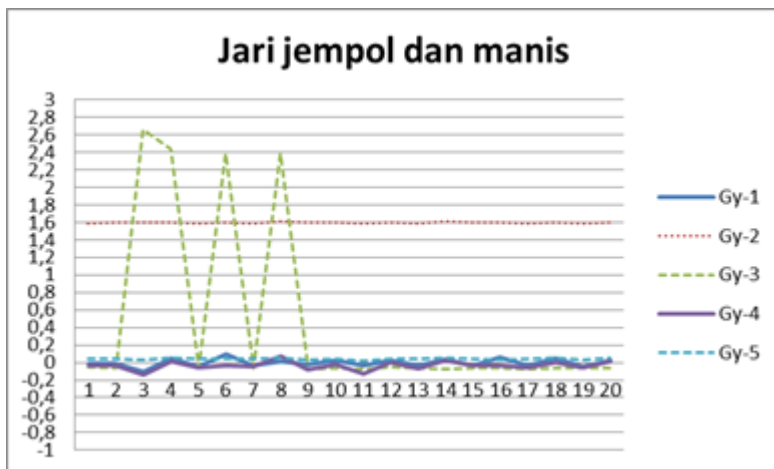
**Gambar 4.36** Grafik parameter jari jempol dan tengah

Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari telunjuk dan tengah Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Terjadi perubahan nilai yang cukup besar hal ini terjadi karena nilai sensor pada jari telunjuk dan tengah kurang baik.

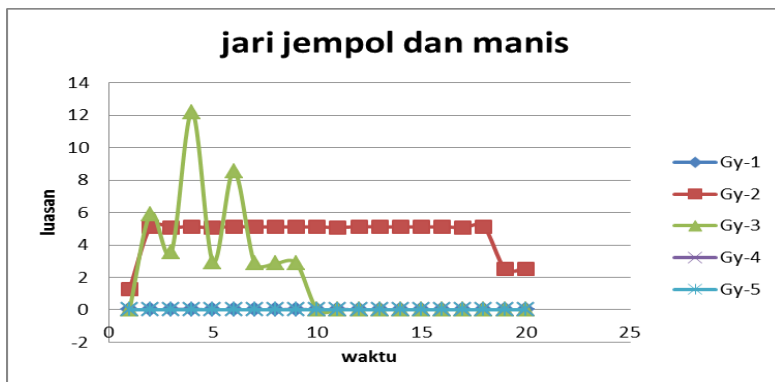
**Tabel 4.26** data luasan jari jempol dan manis

	Gy-1	Gy-2	Gy-3	Gy-4	Gy-5
1	0,00005	1,2641	0,0013	0,0008	8E-04
2	0,0026	5,1041	5,908	0,0017	0,004

3	0,00755	5,0881	3,5432	0,0142	0,003
4	0,01625	5,12	12,202	0,0108	0,003
5	0,0034	5,0722	2,9579	0,0044	0,004
6	0,00635	5,1362	8,57	0,0072	0,004
7	0,00585	5,1041	2,8628	0,0081	0,003
8	0,0009	5,1201	2,8615	0,0041	0,004
9	0,00115	5,1042	2,8634	0,0226	0,002
10	0,0013	5,12	0,0068	0,0034	0,003
11	0,00225	5,0722	0,0079	0,0136	0,003
12	0,0025	5,1362	0,0086	0,0094	0,004
13	0,00215	5,1041	0,0067	0,0041	0,003
14	0,0052	5,1201	0,0079	0,0045	0,003
15	0,00215	5,1042	0,0092	0,0049	0,004
16	0,00475	5,12	0,0072	0,0016	0,004
17	0,00475	5,0722	0,0079	0,0062	0,002
18	0,0021	5,1041	0,0079	0,0019	0,005
19	0,0025	2,5441	0,0036	0,0018	0,002
20	0,00145	2,5441	0,0036	0,0019	0,002



**Gambar 4.37** Raw data gerakan jempol dan manis



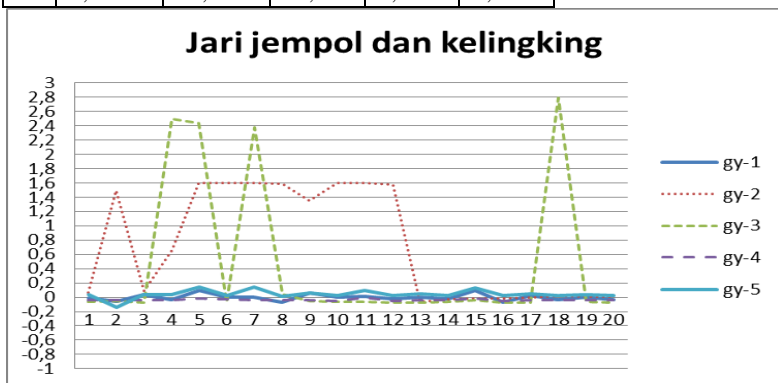
**Gambar 4.38** Grafik parameter jari jempol dan manis

Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari tengah Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Jari jempol dan manis tidak terdeteksi secara bersamaan. Sehingga treshold pada jari jempol dan manis tidak dapat digunakan ketika mereka bersamaan. Bahkan gerakan pada jempol dan manis mendeteksi adanya gerakan pada jari lain yang cukup besar nilai perubahannya.

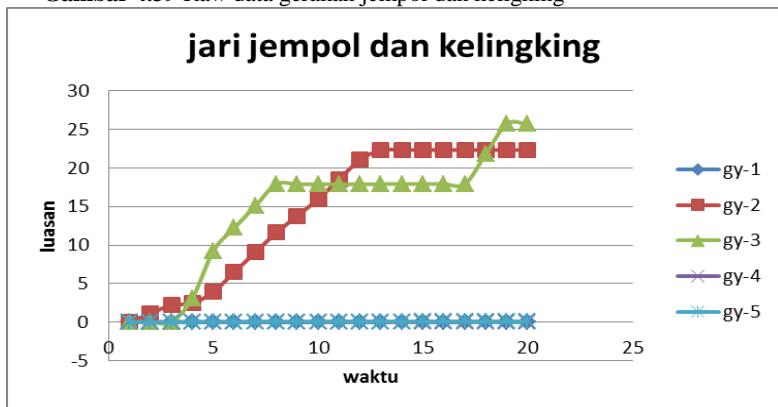
**Tabel 4.27** data luasan jari jempol dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,00245	0,0018	0,0008	0,0008
2	0,0019	1,11495	0,0049	0,0024	0,0114
3	0,0045	2,22905	0,0093	0,004	0,022
4	0,00575	2,44435	3,1375	0,0056	0,0236
5	0,0112	3,9356	9,2393	0,0066	0,0342
6	0,0162	6,4956	12,218	0,0073	0,0445
7	0,0162	9,0556	15,052	0,0085	0,0547
8	0,01865	11,5997	17,885	0,0101	0,0646
9	0,0229	13,775	17,887	0,0117	0,0664
10	0,0247	15,9662	17,89	0,0138	0,0684
11	0,02475	18,5262	17,894	0,0151	0,0736
12	0,025	21,0544	17,899	0,0164	0,0788

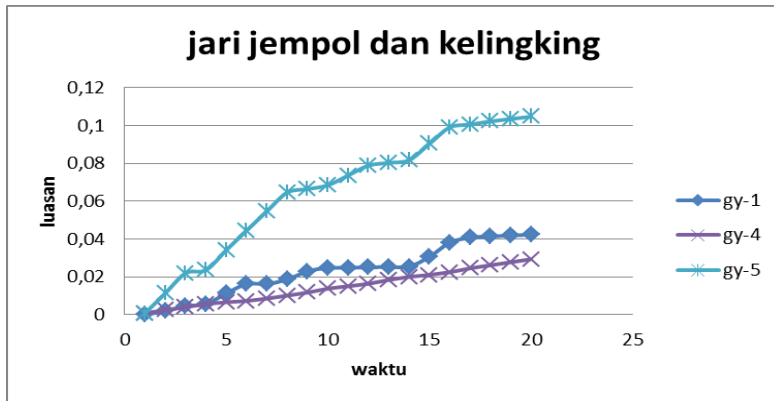
13	0,0252	22,3044	17,904	0,0184	0,0803
14	0,0254	22,3067	17,909	0,02	0,0817
15	0,0306	22,3073	17,911	0,021	0,0904
16	0,03805	22,3077	17,914	0,0225	0,099
17	0,0407	22,308	17,919	0,0245	0,1005
18	0,04135	22,3082	21,814	0,0261	0,1022
19	0,0418	22,3085	25,708	0,0277	0,1034
20	0,04225	22,3086	25,712	0,0293	0,1047



**Gambar 4.39** Raw data gerakan jempol dan kelingking



**Gambar 4.40** Grafik parameter jari jempol dan kelingking 1



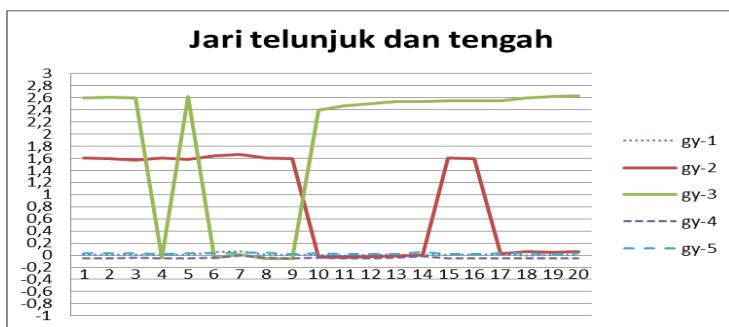
**Gambar 4.41** Grafik parameter jari jempol dan kelingking 2

Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari jempol dan kelingking. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Jari jempol dan manis tidak terdeteksi secara bersamaan. Sehingga treshold pada memiliki gambar grafik yang hampir mirip, hal ini menjadikan bahwa jari jempol dan kelingking bergerak secara bersama. Pada gambar 4.38 terdapat 2 tambahan grafik yakni dari jari telunjuk dan tengah akan tetapi dengan adanya jari tersebut grafik jari yang diamati mejadi tidak terlihat. Pada tabel luasan nilai dari Gy-2 dan Gy-3 yang menjadi sensor deteksi jari telunjuk dan jari tengah memiliki nilai yang tidak cukup baik untuk data sensor gyro.

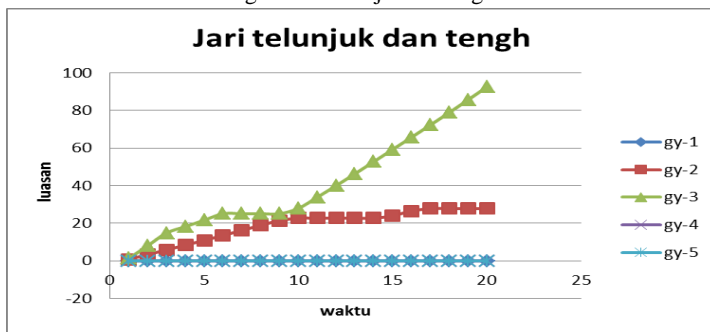
**Tabel 4.28** data luasan jari telunjuk dan tengah

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,005	0,8	1,295	-0,025	0,015
2	0,0051	3,34405	8,0551	-0,0225	0,0159
3	0,0052	5,84055	14,8412	-0,0205	0,0168
4	0,0053	8,36905	18,2224	-0,0184	0,01745
5	0,0054	10,9133	21,6559	-0,0159	0,0181
6	0,0067	13,5063	25,0893	-0,0139	0,019
7	0,0104	16,2289	25,0906	-0,013	0,02025

8	0,0129	18,8867	25,0925	-0,0122	0,02185
9	0,013	21,4308	25,0961	-0,0101	0,02285
10	0,0131	22,6953	27,9539	-0,0081	0,0235
11	0,0132	22,6965	33,8358	-0,006	0,02415
12	0,0132	22,6975	39,9866	-0,0035	0,02455
13	0,0133	22,6978	46,3374	-0,0015	0,02495
14	0,0134	22,6978	52,789	-0,0004	0,0264
15	0,0135	23,9778	59,266	0,001	0,02785
16	0,0136	26,5219	65,7685	0,0035	0,02825
17	0,0139	27,7861	72,271	0,006	0,0289
18	0,0141	27,7881	78,8763	0,0085	0,0298
19	0,0141	27,7912	85,6626	0,011	0,03045
20	0,0142	27,7942	92,5532	0,0135	0,0311



**Gambar 4.42** Raw data gerakan telunjuk dn tengah



**Gambar 4.43** Grafik parameter jari telunjuk dan tengah

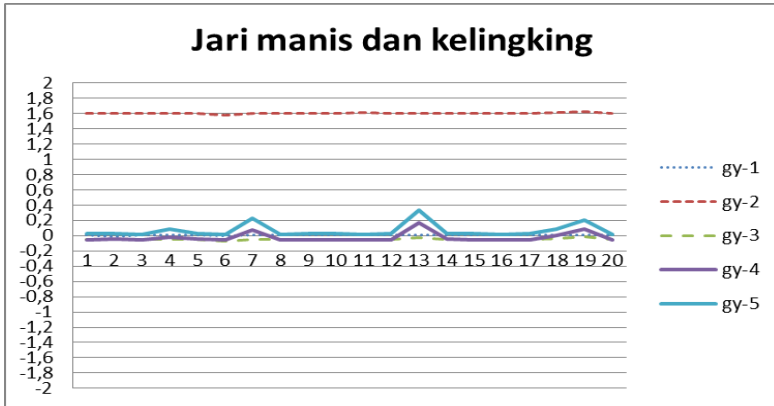


Berdasarkan kedua grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari telunjuk dan tengah Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Akan tetapi pola dari grafik berkebalikan yang mana ketika telunjuk mengalami perubahan jari tengah diam dan ketika jari tengah berubah jari telunjuk diam, hal tersebut membuktikan jika ketika kedua jari bergerak bersama, maka salah satu jari yang akan terdeteksi.

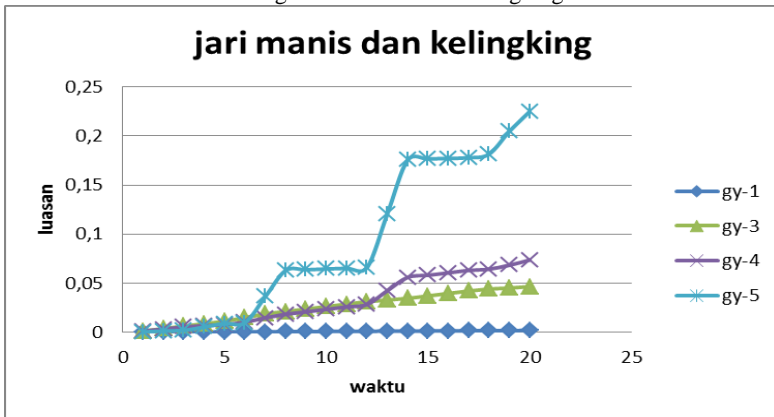
**Tabel 4.29** data luasan jari manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	1,28	0,00125	0,00125	0,00045
2	0,00015	3,84	0,00375	0,0033	0,00135
3	0,00025	6,4	0,00625	0,00535	0,002
4	0,00035	8,96	0,00875	0,0068	0,0054
5	0,00045	11,52	0,01125	0,0078	0,00905
6	0,0005	14,0482	0,01495	0,0104	0,0097
7	0,00055	16,5764	0,01865	0,01465	0,03635
8	0,00065	19,1364	0,02115	0,01835	0,063
9	0,00075	21,6964	0,02365	0,02085	0,06365
10	0,00085	24,2564	0,02615	0,02335	0,06455
11	0,00095	26,8325	0,02865	0,02585	0,0652
12	0,00105	29,4085	0,03115	0,02835	0,06585
13	0,00115	31,9685	0,03285	0,0424	0,12075
14	0,00125	34,5285	0,03455	0,056	0,17565
15	0,00135	37,0885	0,03705	0,05805	0,17655
16	0,00145	39,6485	0,03955	0,06055	0,1772
17	0,00155	42,2085	0,04205	0,06305	0,17785
18	0,00165	44,7846	0,0441	0,0643	0,1815
19	0,00175	47,4091	0,0451	0,06835	0,2047

20	0,00185	50,0175	0,04655	0,07365	0,2249
----	---------	---------	---------	---------	--------



**Gambar 4.44** Raw data gerakan manis dan kelingking



**Gambar 4.45** Grafik parameter jari manis dan tengah

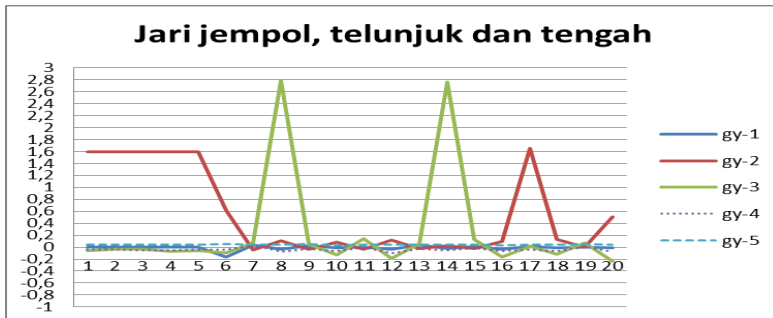
Berdasarkan kedua grafik diatas ini sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari manis dan kelingking. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Jari manis dan kelingking terdeteksi secara bersamaan, dapat dilihat dari pola grafik kedua jari tersebut. Berdasarkan data tabel 4.27 nilai pada sensor Gy-2 tidak sama dengan nilai Gy lainnya.

Sehingga jika di plot tidak akan menampilkan grafik jari manis dan kelingking karena nilai mereka lebih kecil jika dibandingkan dengan jari telunjuk. Sehingga pada garfik 4.43 grafik jari telujuk dihilangkan.

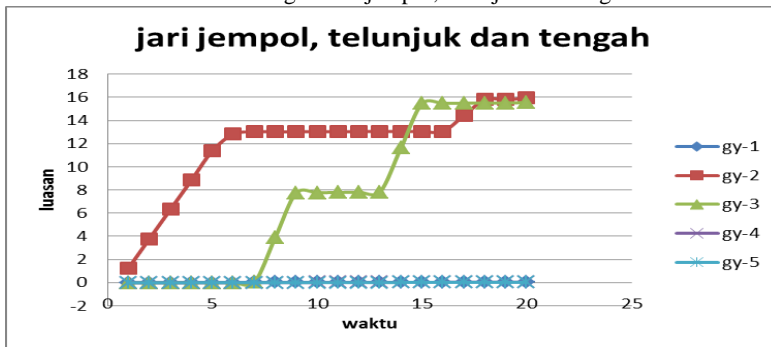
### 4.3.3 Gerakan 3 jari

**Tabel 4.30** data luasan jari jempol, telunjuk dan tengah

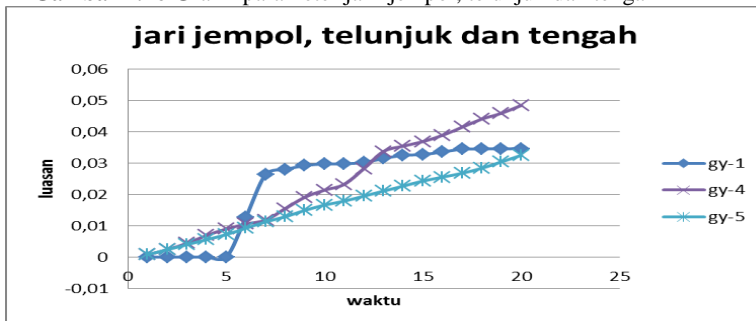
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0	1,26405	0,0018	0,0008	0,0008
2	0	3,79215	0,0044	0,0024	0,0024
3	0	6,32025	0,006	0,0045	0,004
4	0	8,84835	0,00925	0,007	0,0056
5	0	11,3765	0,0135	0,009	0,0072
6	0,0128	12,8266	0,01935	0,0106	0,00925
7	0,0264	13,0139	0,02585	0,0119	0,0113
8	0,028	13,0212	3,8925	0,0155	0,0129
9	0,0293	13,0277	7,75795	0,0192	0,01495
10	0,0298	13,0313	7,76765	0,0214	0,01665
11	0,0298	13,035	7,7859	0,0233	0,0179
12	0,0303	13,0426	7,81375	0,0283	0,0195
13	0,0315	13,05	7,8336	0,0338	0,0211
14	0,0325	13,0507	11,6442	0,0355	0,0227
15	0,0328	13,0513	15,4615	0,0369	0,0243
16	0,0336	13,0565	15,4827	0,0389	0,02555
17	0,0345	14,4228	15,4956	0,0415	0,0268
18	0,0346	15,7925	15,5028	0,0441	0,0284
19	0,0346	15,8009	15,5125	0,046	0,03045
20	0,0347	15,931	15,5414	0,0485	0,0325



Gambar 4.45 Raw data gerakan jempol, telunjuk dan tengah



Gambar 4.46 Grafik parameter jari jempol, telunjuk dan tengah

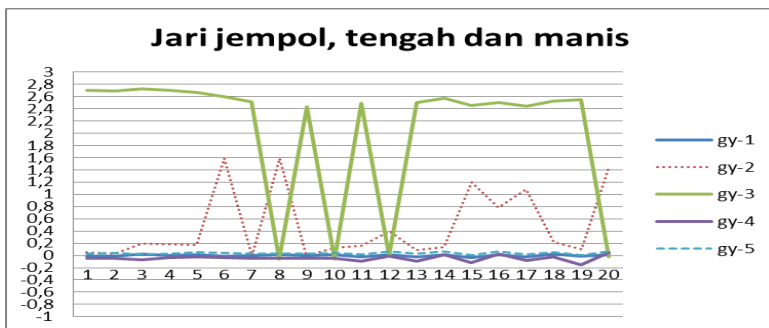


Gambar 4.47 Grafik parameter jari jempol, telunjuk dan tengah

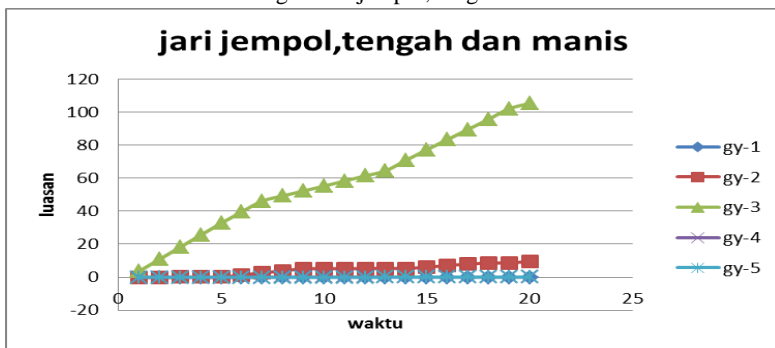
Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari jempol, telunjuk dan tengah.. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Ketiga jari memiliki pola yang sama sehingga dapat dikatakan jika mereka dapat terdeteksi secara bersama. Akan tetapi jari manis juga terdeteksi hal ini karena treshhold yang tidak sesuai serta ketika jari jempol,telunjuk dan tengah bergerak jari manis akan ikut bergerak.

**Tabel 4.31** data luasan jari jempol, tengah dan manis

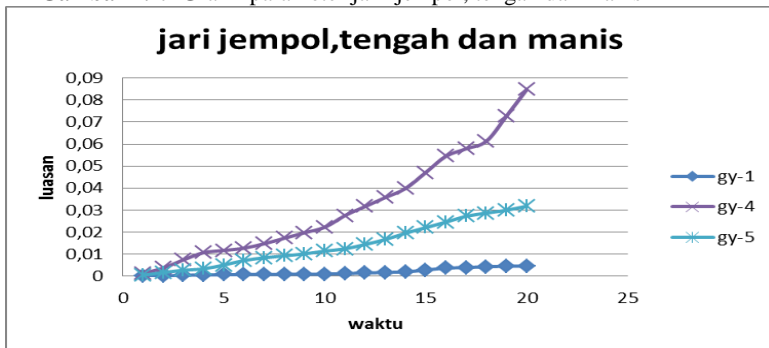
	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,0013	3,645	0,00125	0,0005
2	0,00015	0,003	10,908	0,00375	0,0017
3	0,0004	0,0234	18,225	0,00745	0,0027
4	0,0006	0,0596	25,57	0,0107	0,0034
5	0,00065	0,0758	32,779	0,0117	0,0051
6	0,00075	1,3399	39,697	0,0127	0,0071
7	0,0008	2,6039	46,202	0,01475	0,0084
8	0,00085	3,868	49,353	0,01725	0,0093
9	0,0009	5,1321	52,308	0,01975	0,0102
10	0,00095	5,1406	55,262	0,02225	0,0114
11	0,0012	5,1618	58,364	0,02755	0,0124
12	0,00145	5,2546	61,464	0,03165	0,0144
13	0,0017	5,3387	64,589	0,03575	0,0167
14	0,00195	5,3525	71,016	0,03985	0,0196
15	0,0028	6,0823	77,32	0,0471	0,0221
16	0,00365	7,1065	83,446	0,05448	0,0246
17	0,0039	7,9939	89,548	0,05786	0,0272
18	0,0043	8,6013	95,7	0,06126	0,0287
19	0,00455	8,6305	102,13	0,07271	0,03
20	0,00465	9,6296	105,38	0,08476	0,0318



**Gambar 4.48** Raw data gerakan jempol, tengah dan manis



**Gambar 4.49** Grafik parameter jari jempol, tengah dan manis 1



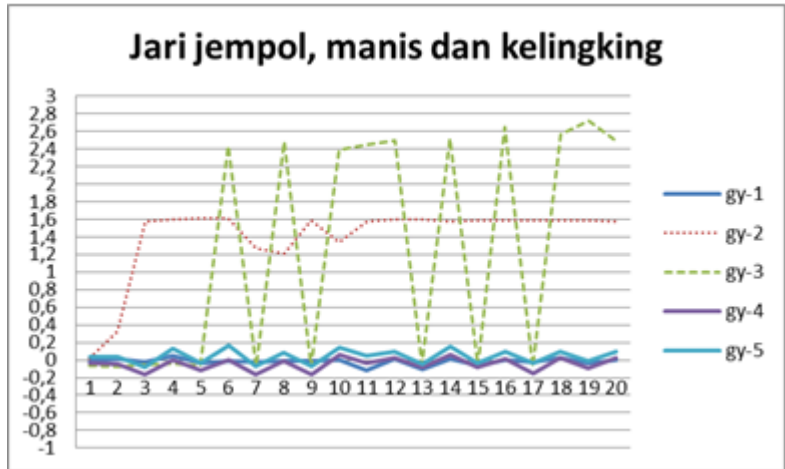
**Gambar 4.50** Grafik parameter jari jempol, tengah dan manis 2

Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari jempol, tengah dan manis.. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Ketiga jari memiliki pola yang sama sehingga dapat dikatakan jika mereka dapat terdeteksi secara bersamaa. Akan tetapi jari telunjuk juga terdeteksi hal ini karena treshold yang tidak sesuai serta ketika jari jempol,tengah dan manis bergerak jari telunjuk akan ikut bergerak.

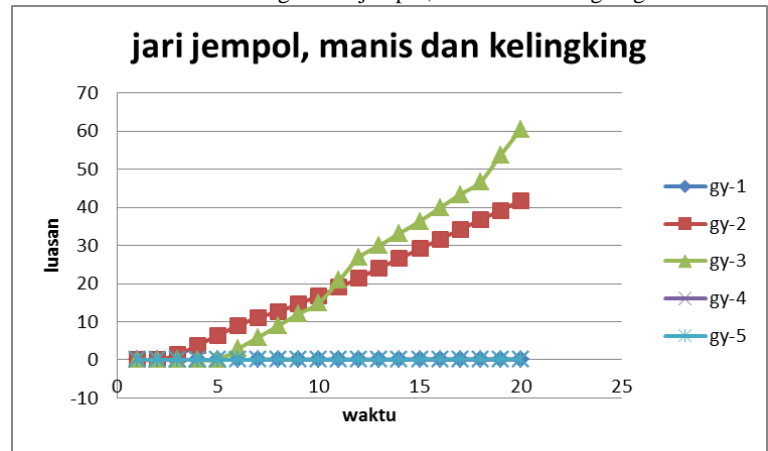
**Tabel 4.32** data luasan jari jempol, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,0002	0,0018	0,0008	0,0008
2	0,00015	0,0516	0,00605	0,00285	0,0024
3	0,0004	1,351	0,00975	0,01855	0,0064
4	0,00185	3,8792	0,0118	0,033	0,01805
5	0,00355	6,45525	0,0144	0,0402	0,02695
6	0,00405	9,04735	2,96865	0,0474	0,0402
7	0,0043	11,1499	5,9243	0,06185	0,05545
8	0,00455	12,6884	9,0027	0,07635	0,0611
9	0,00465	14,6845	12,0811	0,0892	0,06675
10	0,0047	16,8463	14,9404	0,1038	0,079
11	0,0119	18,9923	20,7977	0,1064	0,09005
12	0,01915	21,5205	26,899	0,10765	0,09535
13	0,02525	24,0805	30,0003	0,1113	0,10065
14	0,03135	26,6087	33,1767	0,1163	0,11315
15	0,0332	29,121	36,3537	0,1213	0,12485
16	0,035	31,6491	39,8668	0,12455	0,12935
17	0,0352	34,1772	43,3805	0,13585	0,13385

18	0,03585	36,7053	46,6597	0,14755	0,13835
19	0,03675	39,2334	53,6357	0,15205	0,14245
20	0,0372	41,7299	60,4599	0,15628	0,1475

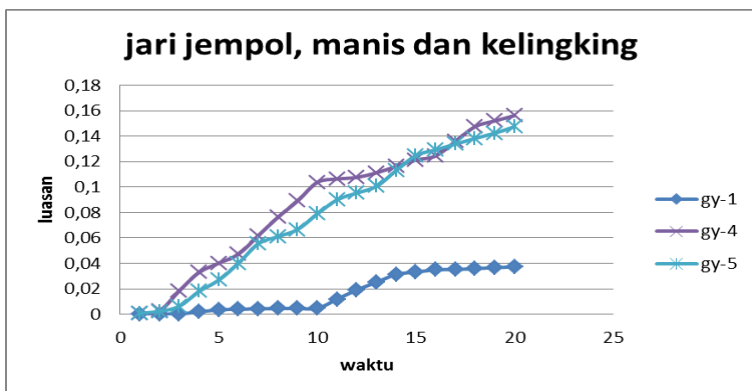


**Gambar 4.51** Raw data gerakan jempol, manis dan kelingking



**Gambar 4.52** Grafik parameter jari jempol, manis dan kelingking 1





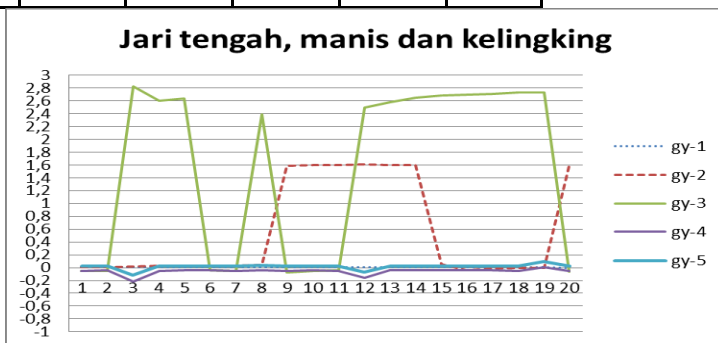
**Gambar 4.53** Grafik parameter jari jempol, manis dan kelingking 2

Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari jempol, manis dan kelingking. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Untuk jari manis dan kelingking pola grafik hampir sama tetapi bekebalikan. Sedangkan pada grafik jari jempol, hanya terjadi perubahan sekali dan itu bersamaan dengan jari manis dan kelingking. Pada gambar 4.49 grafik jari yang diinginkan tidak dapat tampil karena jari telunjuk dan tengah memiliki nilai yang cukup besar dan tidak sesuai dengan sensor lainnya, akan tetapi meskipun mereka memiliki nilai yang cukup besar tetapi grafik mereka konstan.

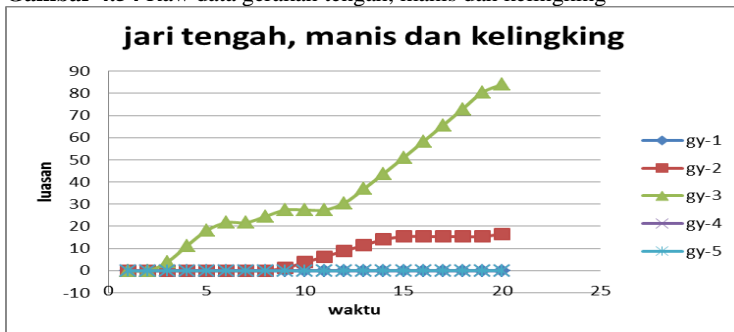
**Tabel 4.33** data luas jari tengah, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,00005	0,00125	0,00125	0,0005
2	0,00015	0,00015	0,00375	0,0033	0,0014
3	0,00025	0,0004	3,9812	0,0283	0,009
4	0,00035	0,00105	11,3374	0,05375	0,0167
5	0,00045	0,00195	18,2022	0,0558	0,0176
6	0,00055	0,00285	21,6878	0,0574	0,0185
7	0,00065	0,00375	21,6899	0,05945	0,0191
8	0,00075	0,005	24,5472	0,0615	0,0201

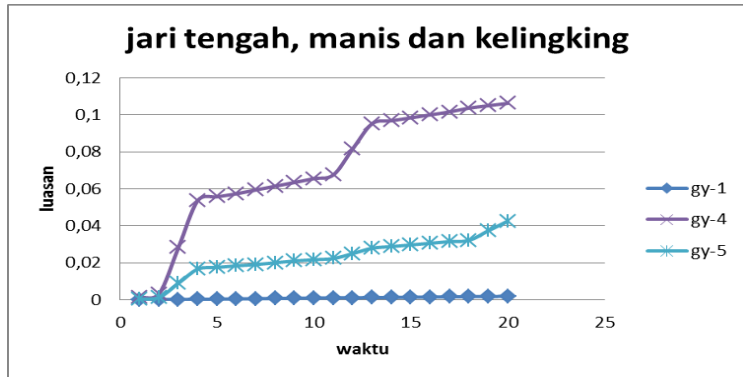
9	0,00085	1,26985	27,4057	0,06355	0,0211
10	0,00095	3,8139	27,4094	0,0656	0,0218
11	0,00105	6,3739	27,4114	0,06765	0,0224
12	0,00115	8,94995	30,5372	0,0817	0,0251
13	0,00125	11,526	36,9904	0,0953	0,028
14	0,00135	14,086	43,8299	0,0969	0,0289
15	0,00145	15,3673	50,9323	0,0985	0,0298
16	0,00155	15,3693	58,1685	0,1001	0,0307
17	0,00165	15,3703	65,4856	0,1017	0,0316
18	0,00175	15,3705	72,8841	0,10375	0,0322
19	0,00185	15,3705	80,337	0,10505	0,0374
20	0,0019	16,6346	84,0652	0,10635	0,0426



**Gambar 4.54** Raw data gerakan tengah, manis dan kelingking



**Gambar 4.55** Grafik parameter jari tengah, manis dan kelingking 1



**Gambar 4.56** Grafik parameter jari tengah, manis dan kelingking 2

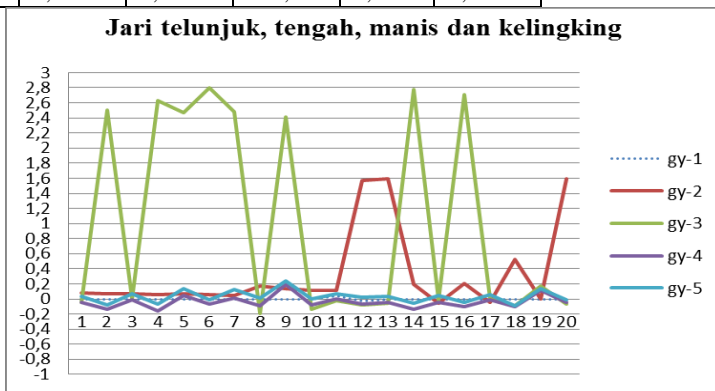
Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari tengah, manis dan kelingking. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Grafik dari ketiga jari tersebut memiliki pola yang hampir sama. Pagda gerakan jari telujuk juga ikut bergerak apabila thershold tida benar maka jari telunjuk dinyatakan bergerak.

#### 4.3.4 Gerakan 4 jari

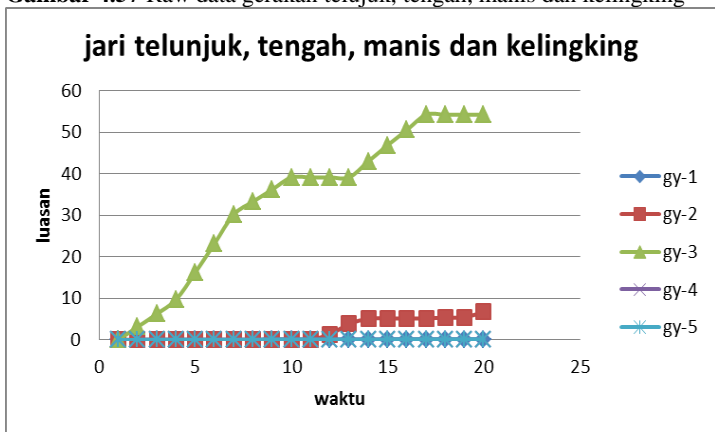
**Tabel 4.342** data luasan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,0032	0,00125	0,0008	0,00045
2	0,0001	0,00885	3,1275	0,0114	0,0041
3	0,0001	0,01375	6,2525	0,0213	0,00975
4	0,00015	0,018	9,71095	0,0341	0,01465
5	0,00025	0,02225	16,2199	0,0477	0,0269
6	0,00035	0,0265	23,1903	0,051	0,03675
7	0,00045	0,02955	30,1855	0,0535	0,04525
8	0,00055	0,04525	33,2788	0,0576	0,05375
9	0,0006	0,0695	36,2009	0,0797	0,0826
10	0,00065	0,08535	39,1147	0,1009	0,1114
11	0,0015	0,09745	39,1247	0,1041	0,11385
12	0,00275	1,33595	39,1281	0,1066	0,1165
13	0,00325	3,83245	39,1331	0,1103	0,11715

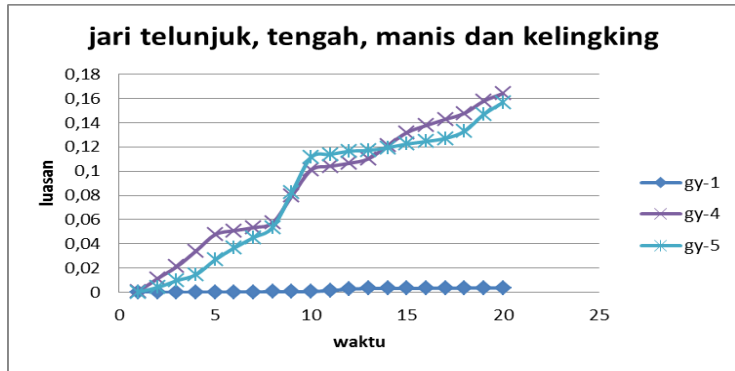
14	0,00335	5,11455	42,9991	0,1213	0,1194
15	0,0034	5,1344	46,8634	0,1319	0,12245
16	0,00345	5,15825	50,5355	0,1377	0,1245
17	0,00355	5,1811	54,2075	0,1428	0,1271
18	0,0036	5,3171	54,2116	0,1478	0,13295
19	0,0036	5,4523	54,2301	0,1578	0,1468
20	0,00365	6,71635	54,247	0,1641	0,15665



**Gambar 4.57** Raw data gerakan telunjuk, tengah, manis dan kelingking



**Gambar 4.58** Grafik parameter jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking



**Gambar 4.59** Grafik parameter jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking 2

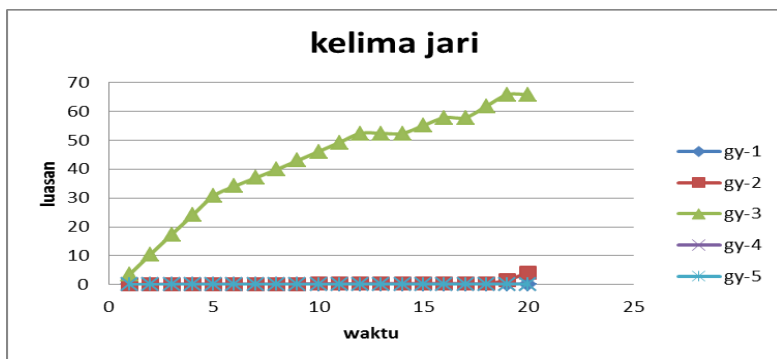
Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada jari telunjuk tengah, manis dan kelingking. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Grafik dari keempat jari tersebut memiliki pola yang hampir sama.

#### 4.3.5 Gerakan 5 jari

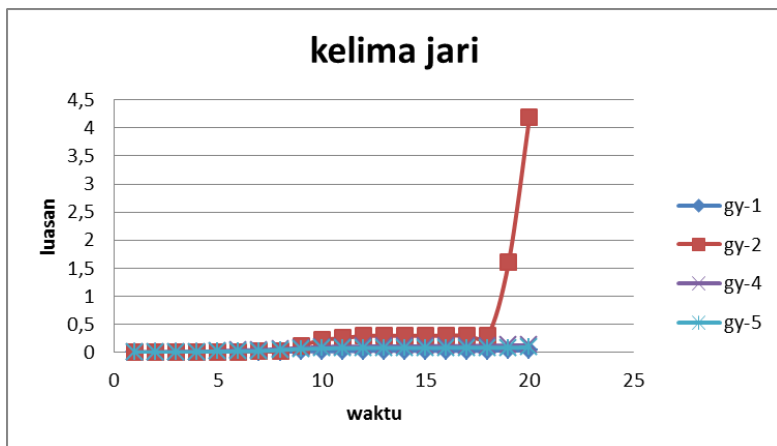
**Tabel 4.35** data luasan lima jari

	gy-1	gy-2	gy-3	gy-4	gy-5
1	0,00005	0,0018	3,5378	0,00125	0,00045
2	0,00015	0,00365	10,508	0,00375	0,00135
3	0,00145	0,00495	17,346	0,0068	0,00425
4	0,00275	0,008	24,055	0,00905	0,01075
5	0,0046	0,01105	30,711	0,0223	0,01725
6	0,00885	0,01355	34,065	0,0359	0,0205
7	0,0115	0,015	36,946	0,04515	0,0245
8	0,0135	0,01645	39,827	0,05765	0,0439
9	0,01775	0,11895	42,954	0,07975	0,0619
10	0,02145	0,22145	46,081	0,099	0,0709
11	0,02515	0,2565	49,233	0,1034	0,07815
12	0,02805	0,29435	52,383	0,10665	0,079
13	0,02855	0,29885	52,385	0,1075	0,0806
14	0,0286	0,29935	52,389	0,10955	0,08145

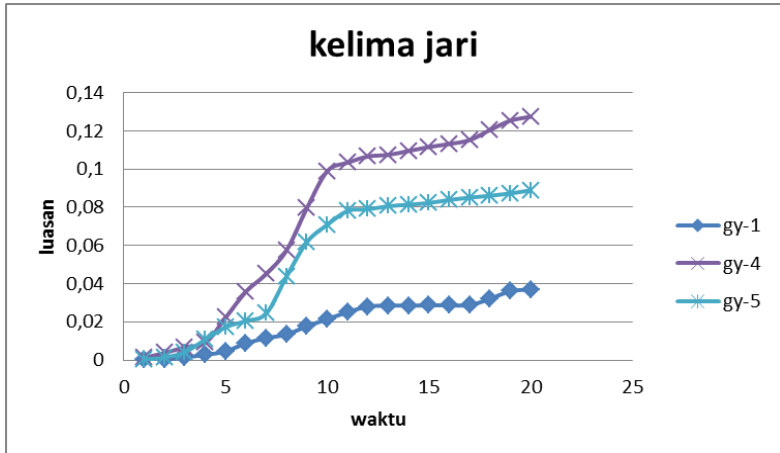
15	0,02865	0,29945	55,106	0,1116	0,0823
16	0,02875	0,3003	57,822	0,1132	0,0839
17	0,02885	0,30155	57,825	0,11525	0,08515
18	0,0321	0,3028	61,803	0,12055	0,08605
19	0,0361	1,6158	65,78	0,1254	0,0873
20	0,03695	4,19205	65,782	0,12745	0,0889



**Gambar 4.60** Grafik parameter seluruh jari 1



**Gambar 4.61** Grafik parameter seluruh jari 2



**Gambar 4.62** Grafik parameter seluruh jari 3

Berdasarkan ketiga grafik diatas sensor mendeteksi terjadinya perubahan pada keseluruhan jari. Hal tersebut didasarkan pada grafik yang tidak konstan. Grafik dari keseluruhan jari tersebut memiliki pola yang hampir sama. Akantetapi untuk jari telunjuk hanya memiliki perubahan yang cukup singkat.

Dari data analisa terhadap gerakan jari pasien. Pada sistem pengolahan data digunakan metode memasukkan nilai threshold untuk setiap jari secara langsung tanpa menganalisa hubungan gerakan antara jari, menyebabkan :

1. tidak konsisten dalam menentukan ada atau tidaknya gerakan.
2. setiap thershold pada jari saling mempengaruhi, sehingga menimbulkan terdeteksi jari yang tidak diharapkan, atau jari yang diharapkan tidak muncul.
3. ketika jari digerakkan secara bersama nilai grafik data pada jari yang bergerak tidak memiliki kesamaan, hal ini menyebabkan penentuan letak sensor sangat berpengaruh terhadap identifikasi gerakan.

Maka langkah selanjutnya dengan binerisasi. Berikut tabel binerisasi.

**Tabel 4.36** Susunan binerisasi

Jempol	Telunjuk	Tengah	Manis	Kelingking
LSB		MSB		
Biner 1	Biner 2	Biner 3	Biner 4	Biner 5

Semua gerakan yang telah *dibinerisasi* kemudian di karakkterisasi, yang merupakan wujud ringkasan dari data biner gerakan dalam bentuk karakter huruf abjad kecil. Berikut tabel data pengujian data yang telah mengalami binerisaasi kemudian diringkas dalam bentuk karakter.

**Tabel 4.37** Karakterisasi inisialisasi pengujian

Tabel Inisialisai gerakan							
No	integer	Karakter	Jempol	Telunjuk	Tengah	Manis	kelingking
1	97	a	1	0	0	0	0
2	98	b	0	1	0	0	0
3	99	c	0	0	1	0	0
4	100	d	0	0	0	1	0
5	101	e	0	0	0	0	1
6	102	f	1	1	0	0	0
7	103	g	1	0	1	0	0
8	104	h	1	0	0	1	0
9	105	i	1	0	0	0	1
10	106	j	0	1	1	0	0
11	107	k	0	0	0	1	1
12	108	l	1	1	1	0	0
13	109	m	1	0	1	1	0
14	110	n	1	0	0	1	1
15	111	o	0	0	1	1	1
16	112	p	0	1	1	1	1
17	113	q	1	1	1	1	1
18	114	r	0	0	0	0	0



Pada tabel pengujian inisialisasi diatas bagian yang terblok merah merupakan nilai presentasi error dibawah 50%. Sehingga didapat inisialisasi aktifitas yang memiliki tingkat keakutran gerak lebih baik. Berikut tabel inisialisasi aktifitas dari hasil pengujian tingkat akurasi gerak.

#### 4.4 Insialisasi aktifitas

**Tabel 4.38 Inisialisasi gerakan**

No	integer	Karakter	Jempol	Telunjuk	Tengah	Manis	kelingking
1	97	a	1	0	0	0	0
2	98	b	0	1	0	0	0
3	99	c	0	0	1	0	0
4	100	d	0	0	0	1	0
5	101	e	0	0	0	0	1
6	102	f	1	1	0	0	0
7	103	g	0	0	0	1	1
8	104	h	1	1	1	0	0
9	105	i	0	0	1	1	1
10	106	j	0	1	1	1	1
11	107	k	1	1	1	1	1
12	108	l	0	0	0	0	0

Pada insialisasi aktifitas pasien didasarkan pada tabel papan gambar komunikasi umum yang digunakan untuk pasien afasia. Berdasarkan papan gambar yang biasa digunakan oleh pasien afasia pembagian aktifitas untuk pasien afasia terbagi dalam kebutuhan dari sang pasien dan apa yang dirasakan oleh pasien. Pada penelitian ini insialisasi isyarat didasarkan kebutuhan aktifitas yang bersifat umum dan tidak dapat ditunda serta kalimat perintah dan pertanyaan sederhana.



**Gambar 4.63** papan gambar aktifitas pasien afasia 1 [26]



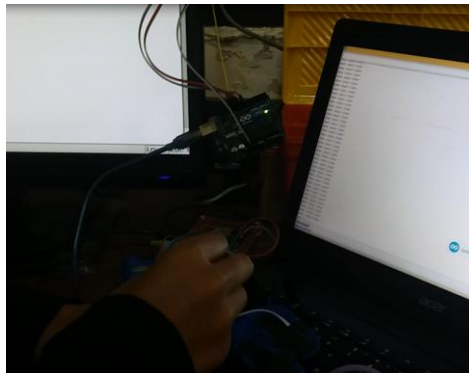
**Gambar 4.64** papan gambar aktifitas pasien afasia 2 [26]

**Tabel 4.39** Inisialisasi aktifitas

No	Karakter	Aktifitas	
1	a	Saya ingin makan	Aktifitas umum yang tidak dapat ditunda
2	b	Saya ingin minum	
3	c	Saya ingin ke toilet	
4	d	Saya lelah	
5	e	Saya ingin pergi	
6	f	Disini dingin	Kalimat perintah
7	g	Disini panas	
8	h	Disini gelap	
9	i	Disini terang	
10	j	Tolong kemari	
11	k	Tolong diam	
12	P	“tidak ada aktifitas”	

#### 4.4 Kirim dan Terima data

Pengiriman dan penerimaan data menggunakan nRF24L01. Data dikirim dalam bentuk karakter yang kemudian diterima dalam bentuk karakter pula yang telah diubah dalam tipe data integer. Integer tersebut yang akan menginisialisai aktifitas dari gerakan yang dilakukan oleh pasien afasia motorik



**Gambar 4.65** Terima data

**Tabel 4.40** Jarak uji nRF24101

No	Jarak (meter)	Keterangan
1	54,5	Posisi akhir lab B 201
2	54,7 (4,7 sb x, 54,5 sb y)	Posisi akhir lab B 101
3	55,33 (54,5 sb x, 9,6 sb y)	Posisi akhir lab B 401
4	62,21 (54,5 sb x, 30 sb y)	Posisi akhir lab AJ 101

Pada pengujian range data yang dapat diterima oleh penerima dengan menggunakan gedung elektro dengan posisi awal pada lab B 205 dan posisi dari pemancar terdapat pada lab B205.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisa data yang dilakukan pada bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan , agar dapat mendeteksi pasien pascastroke yang mengalami kelumpuhan serta gangguan bicara afasia motorik diperlukan metode pengambilan data gerakan secara kusus dipengaruhi oleh jenis sensor, peletakkan sensor dan ukuran sensor. Pengolahan sinyal dibagi dalam 2 metode, pengambilan data dengan ADC untuk memperoleh data posisi dari sensor gyro maka nilai data ADC perlu diintegrasikan. Untuk mengurangi drifting pada sensor gyro maka dilakukan pengurangan data sebelum dan sesudahnya sehingga hasil pengurangan yang berupa delta nilai posisi yang akan diolah selanjutnya. Inisialisasi aktifitas dilakukan dengan menggunakan karakter. Karakter merupakan output dari pengolahan data gerakan yang kemudian dikirim dengan menggunakan radio frekuensi, nRF24L01 module. Penerimaan data dalam bentuk karakter yang kemudian dioutputkan menjadi aktifitas sederhana yang diharapkan oleh pasien afasia. Sarung tangan merupakan hardware yang efektif untuk pasien pascastroke yang mengalami afasia dan kelumpuhan. Dengan desain elektronik dibuat seminimal mungkin pada pasien sehingga tidak mengganggu kenyamanan pasien saat menggunakan alat tersebut. Pada pengambilan data gerakan, setiap individu memiliki derajat konsistensi gerakan yang dilakukan secara kontinu yang berbeda. Bahkan dalam satu individu yang sama derajat konsistensi gerakannya pun akan sama saat ini dan beberapa jam kemudian dia akan memiliki nilai yang berbeda atau sama dengan data sebelumnya.

#### **5.2 Saran**

Untuk perangkat tambahan berupa sd card yang digunakan pada mini pc Raspberry Pi 3 sebaiknya diatas 16Gb Dalam memanfaatkan Gy-35 module untuk mendeteksi

gerakan diharapkan hati-hati. Agar pembacaan gerakan jari lebih akurat diperlukan metode lebih lanjut, seperti menggunakan ANN. Diperlukan learning lebih optimal, karena setiap pasien memiliki tingkat akurasi gerakan antara saat ini dan berikutnya terkadang berbeda. Untuk pengambilan data gerakan bisa ditambahkan filter untuk data sensing sensor gy-35 agar data gerakan yang diambil benar – benar merupakan gerakan yang diinginkan tanpa adanya pengaruh dari gerakan jari lainnya. Perlu ditambahkan adanya kalibrasi gerakan agar gerakan selain pada jari diabaikan, misal dengan mendeteksi gerakan pada pergelangan tangan dan siku kemudian data tersebut digunakan untuk mengkompensasi pengaruh terhadap sensor pada jari. Perlu digunakan metode yang tepat untuk mengolah data gerakan sensor sebelum jari tersebut dinyatakan bergerak atau tidak. Sebelum dilakukan thresholding secara langsung dari gerakan jari sensor, lakukan analisa raw data terhadap gerakan jari, kemudian tentukan nilai threshold masing – masing jari dengan memanfaatkan titik potong pada grafik parameter gerakan keseluruhan jari.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. 1963. "Tabel ASCII". Amerika:ASA(America Standart Assosiation)
2. Anonymous. 2004. "Operational of gyrostar model: ENC-03M type". Murata manufacturing: America.
3. Anonymous. 2008. WTV020-module. [www.emartee.com](http://www.emartee.com), 17 April 2017.
4. Anonymous. 2012. "Apakah afasia?". <http://www.aphasia-international.com/languages/indonesian/>, 14 Februari 2017.
5. Anonymous. 2013. "Stroke, saat pembuluh darah otak tersumbat". <http://health.liputan6.com/read/658943/stroke-saat-pembuluh-darah-otak-tersumbat>, 1 Maret 2017.
6. Anonymous. 2014. "Aphasia". <https://www.nidcd.nih.gov/health/aphasia> , 25 Februari 2017.
7. Anonymous. 2015. "Arduino with nRF24l01". [www.Arduino-forum.cc/Arduino-with-nRF24l01](http://www.Arduino-forum.cc/Arduino-with-nRF24l01), 3 April 2017.
8. Anonymous. 2016. "Raspberry pi 3 module". UK: Raspberry Pi Foundation.
9. Anonymous. 2016. "Bahan ajar 1 afasia". [med.unhas.ac.id/kedokteran/wpcontent/uploads/2016/09/Bahan-Ajar-1\\_Afasia.pdf](http://med.unhas.ac.id/kedokteran/wpcontent/uploads/2016/09/Bahan-Ajar-1_Afasia.pdf), 7 Maret 2017.
10. Faizal. 2015. "Dasar-Dasar Serial Peripheral Interface (SPI) Mikrokontroler". [www.insinyoer.com/dasar-dasar-serial-peripheral-interface-spi-mikrokontroler/](http://www.insinyoer.com/dasar-dasar-serial-peripheral-interface-spi-mikrokontroler/), 7 Maret 2017.
11. Georgi, Marcus, etc. 2015. "Recognizing Hand and Finger Gestures with IMU based Motion and EMG based Muscle Activity Sensing". Cognitive Systems Lab, Institute for Anthropomatics and Robotics, Karlsruhe Institute of Technology: German
12. Hamer,Henning.dkk.2009."Tracking a Hand Manipulating an Object8888". 2009 IEEE 12th International

- Conference on Computer Vision: Switzerland
13. Keith, Moore & Agur Anne. 2002. "Anatomi Klinik Dasar". Jakarta : Hipokrates.
  14. Kneebone, Ian I. 2012. "Psychological Problems after Stroke and Their Management: State of Knowledge I" Scientific Research Neuroscience and medicine March, 2012
  15. Lamb, Kalpana.2016. "Hand Gesture Recognition Based Bed Position Control for Disabled Patients". 2016 Conference on Advances in Signal Processing (CASP) Cummins College of Engineering for Women:Pune
  16. Martino,G. 2015. "Arduino Uno". Rev3. Italia: Arduino
  17. Purnomo, Andrew M. 2015. "Angka kejadian afasia pada stroke di Instalasi Rehabilitasi Medik RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado tahun 2015" (Skripsi). Manado : Universitas Sam Ratulangi Manado.
  18. Rezkisai, Indira. 2010. "Gangguan Komunikasi Pascastroke Buat Penderita Mudah Marah". <http://www.republika.co.id/berita/gaya-hidup/info-sehat/16/03/01/o3cdls328-gangguan-komunikasi-pascastroke-buat-penderita-mudah-marah>, 14 Februari 2017.
  19. Samiadi, Lika Aprilia. 2017. "Kelumpuhan Hemiplegia dan Hemiparesis Akibat Stroke". <https://hellosehat.com/pusat-kesehatan/stroke-2/kelumpuhan-hemiplegia-dan-hemiparesis-akibat-stroke/>, 1 Maret 2017.
  20. Setiawan, Rachmad. 2008. "Teknik Akuisisi Data". Yogyakarta : Graha Ilmu
  21. Setyono, Arif.2008. "PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK PENDETEKSI POSISI BENDA DALAM 6 DERAJAT KEBEBASAN". Makalah Seminar Tugas Akhir:Unieversitas Diponegoro



22. Snell, R. S., 2006. "Anatomi Klinik". Edisi 6. Jakarta:EGC. 350-360.
23. Suh, Ji Hoon.dkk.2015. "Finger Motion Detection Glove Toward Human-Machine Interface". 2015 IEEE SENSORS. Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)
24. Susilo, Edi. 2016. "Luita aribowo pakar neurolinguistik kajipenderita stroke dan speech delay pada anak". <http://www.jawapos.com/read/2016/12/07/69344/luita-aribowo-pakar-neurolinguistik-kaji-penderita-stroke-dan-speech-delay-pada-anak>, 14 Februari 2017.
25. Suyadhi, Taufiq. 2014. "Gyroscope". <http://www.robotics-university.com/2014/02/gyroscope.html>, 10 Maret 2017.
26. Syafrita, Yuliarni.2012. "Gangguan bahasa dan bicara". Bagian Neurologi FKUA/RS DR M Djamil Padang:Padang
27. Wardani, Aas. 2013. "Cara Kerja Mikrokontroler Prinsip kerja mikrokontroler adalah sebagai berikut". [https://www.academia.edu/8613789/Cara\\_Kerja\\_Mikrokontroler\\_Prinsip\\_kerja\\_mikrokontroler\\_adalah\\_sebagai\\_berikut](https://www.academia.edu/8613789/Cara_Kerja_Mikrokontroler_Prinsip_kerja_mikrokontroler_adalah_sebagai_berikut) , 10 Maret 2017.

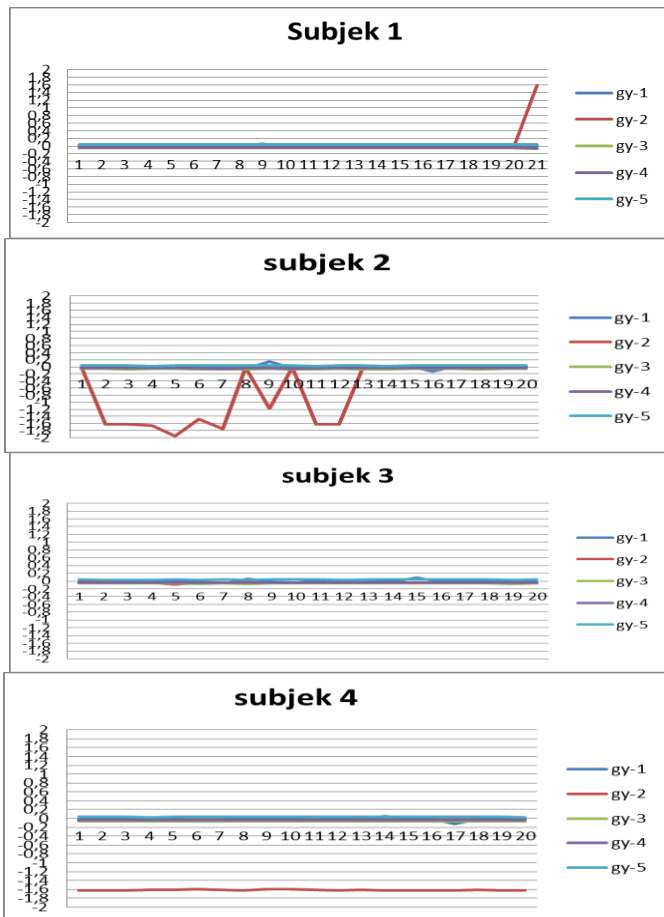
***Halaman ini sengaja dikosongkan***

# LAMPIRAN

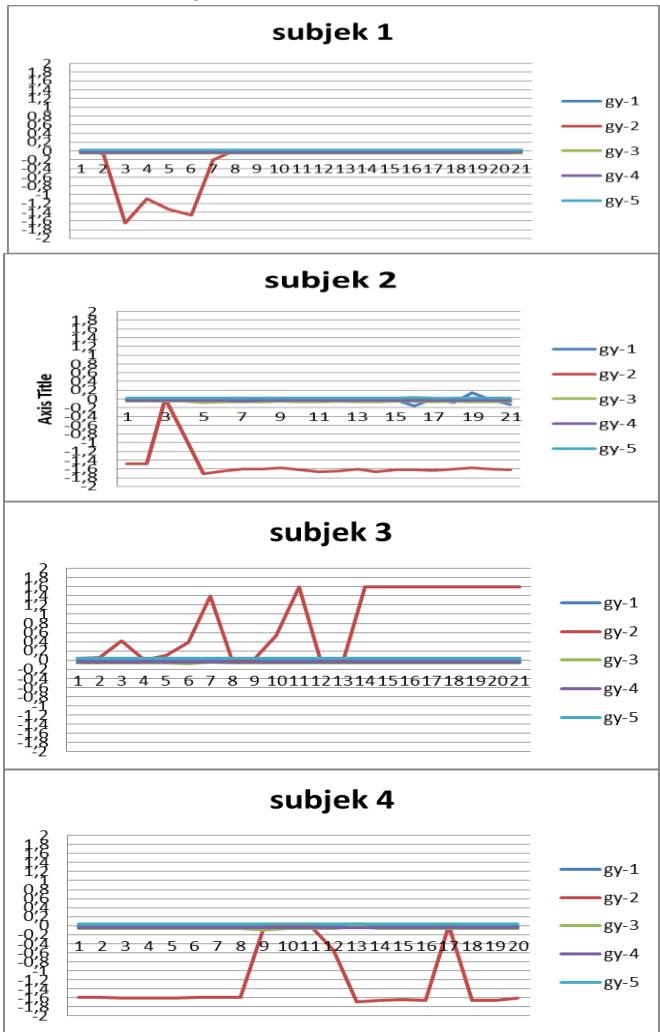
## Tabel gerakan jari oleh beberapa subjek

### Gerakan satu jari

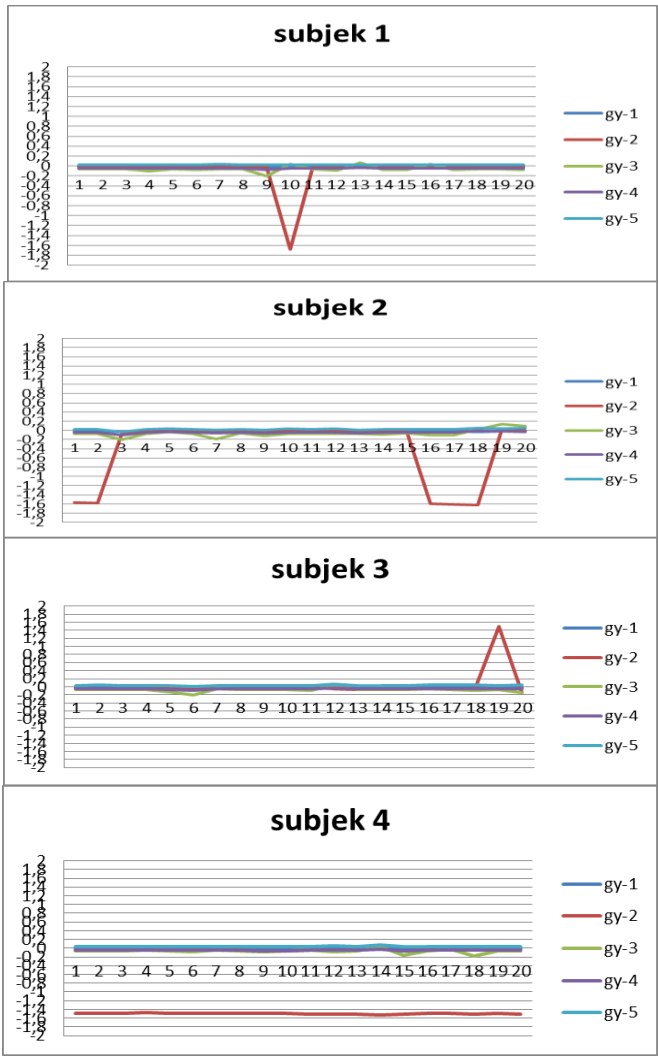
#### 1. Gerakan Jempol



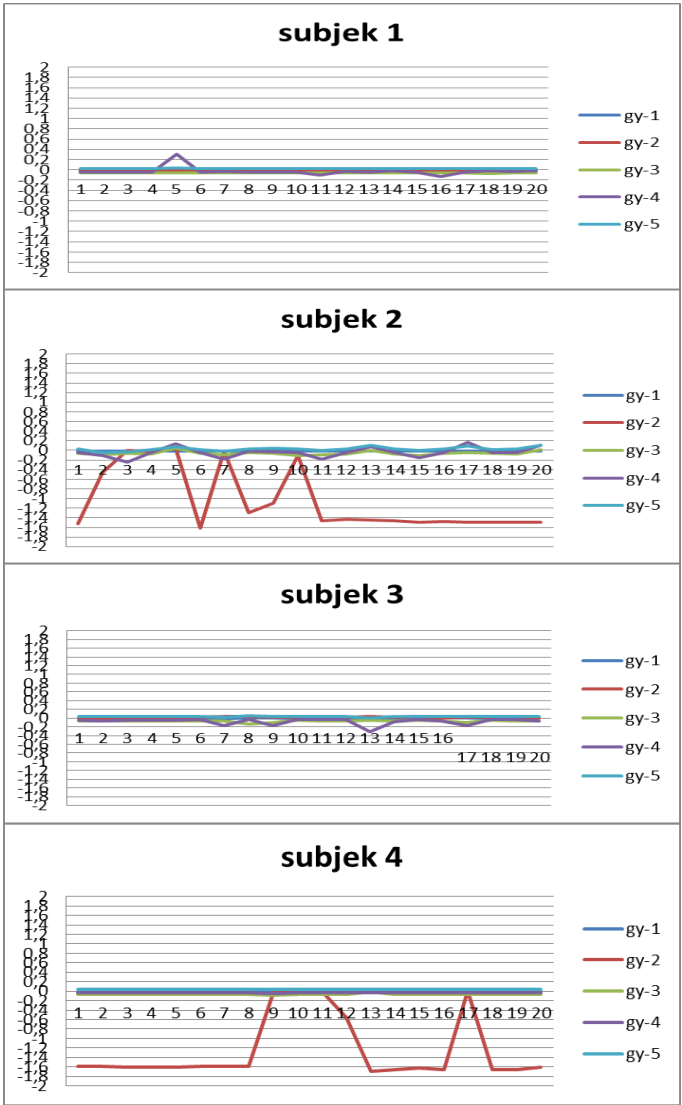
2. Gerakan telunjuk



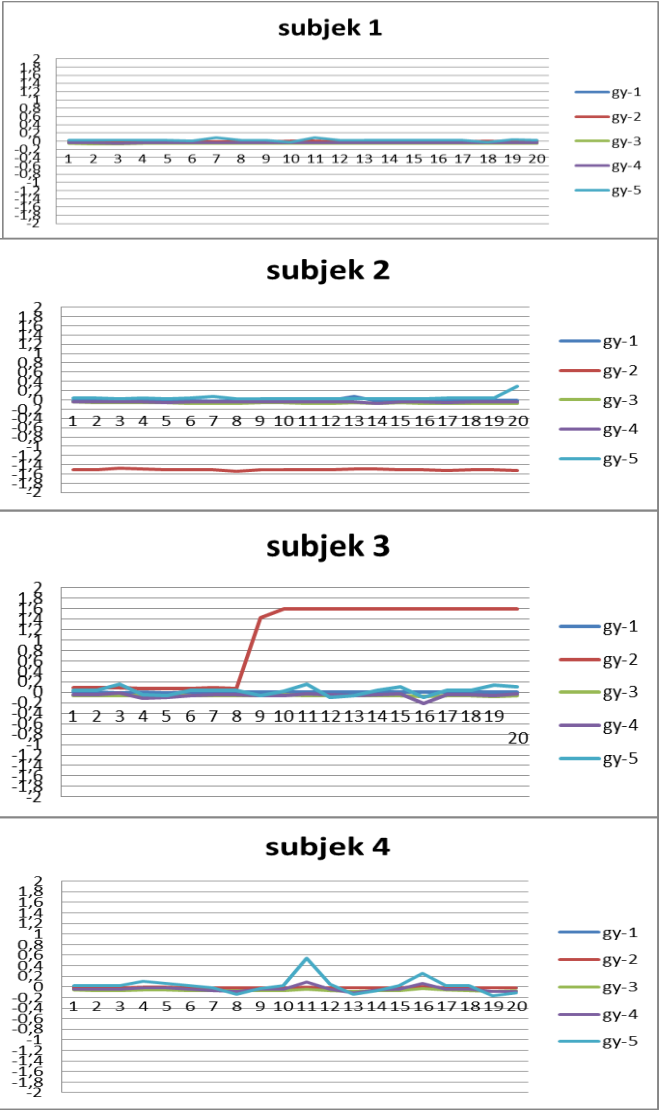
3. gerakan jari tengah



4. Gerakan jari manis

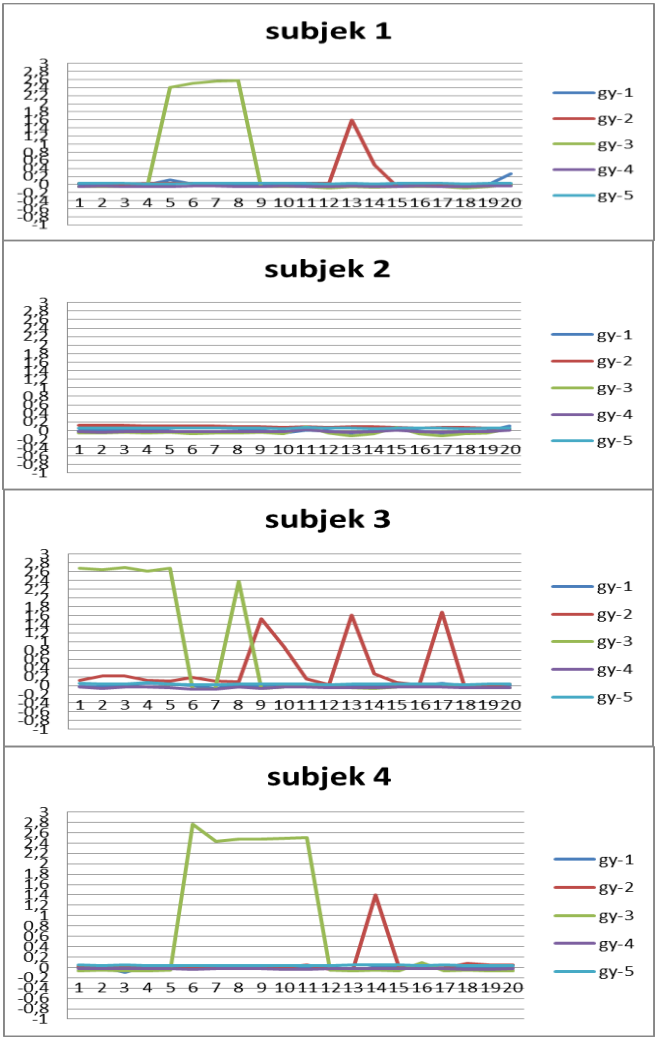


5. gerakan jari kelingking



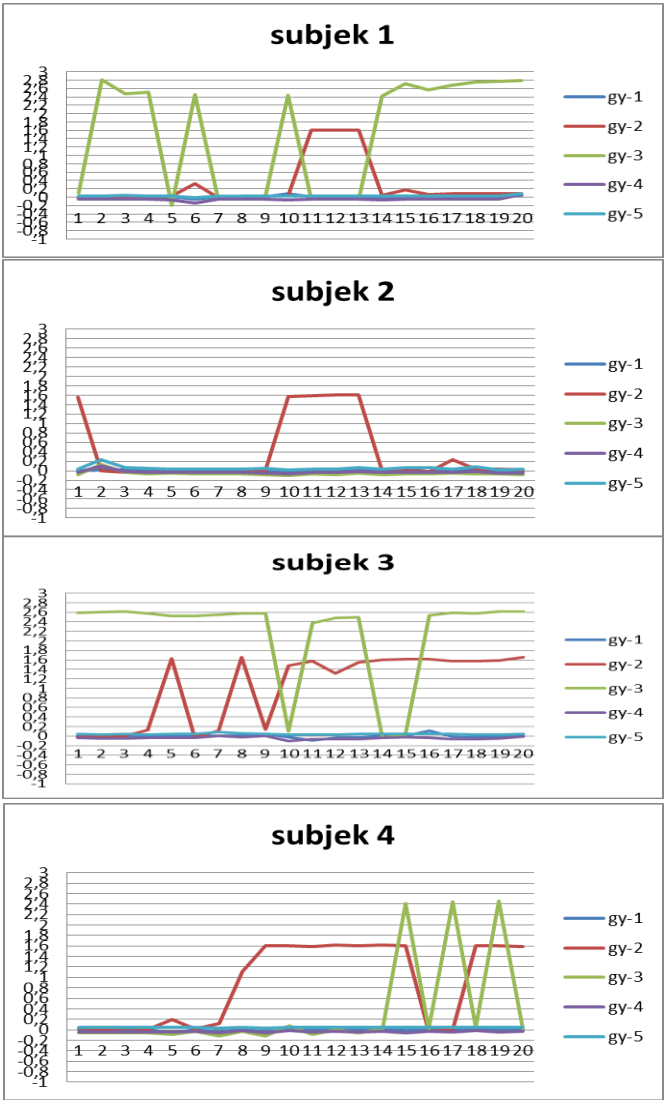
Gerakan 2 jari

1. gerakan jari jempol dan telunjuk

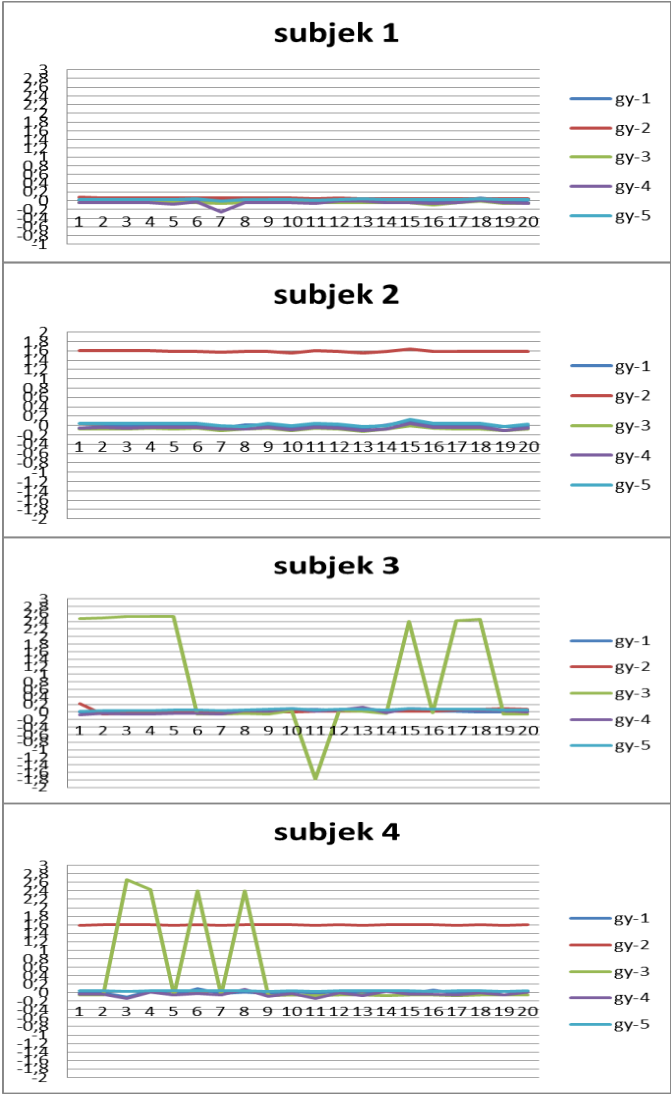




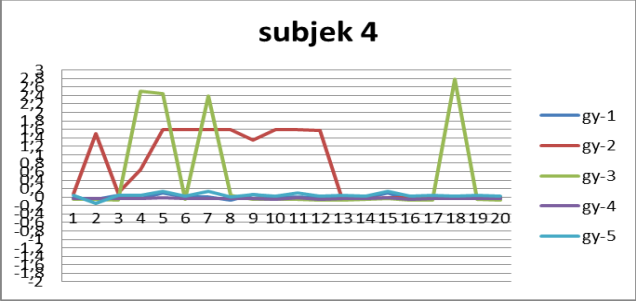
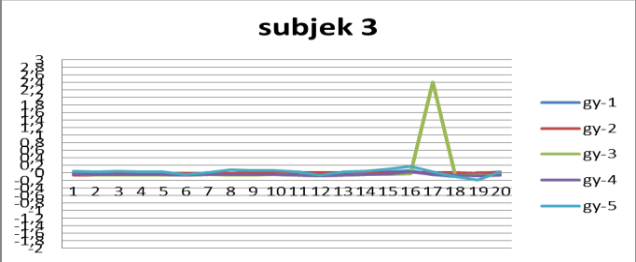
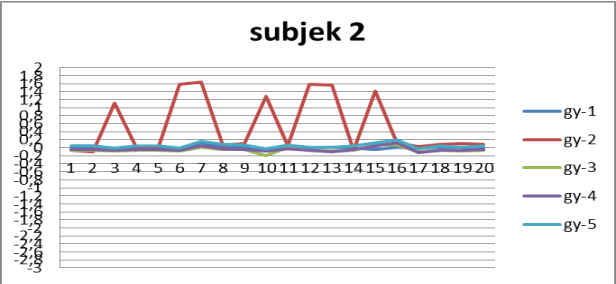
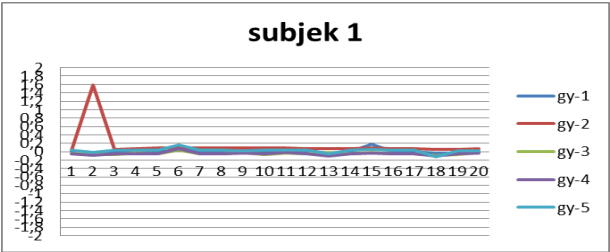
2. Gerakan jari jempol dan tengah



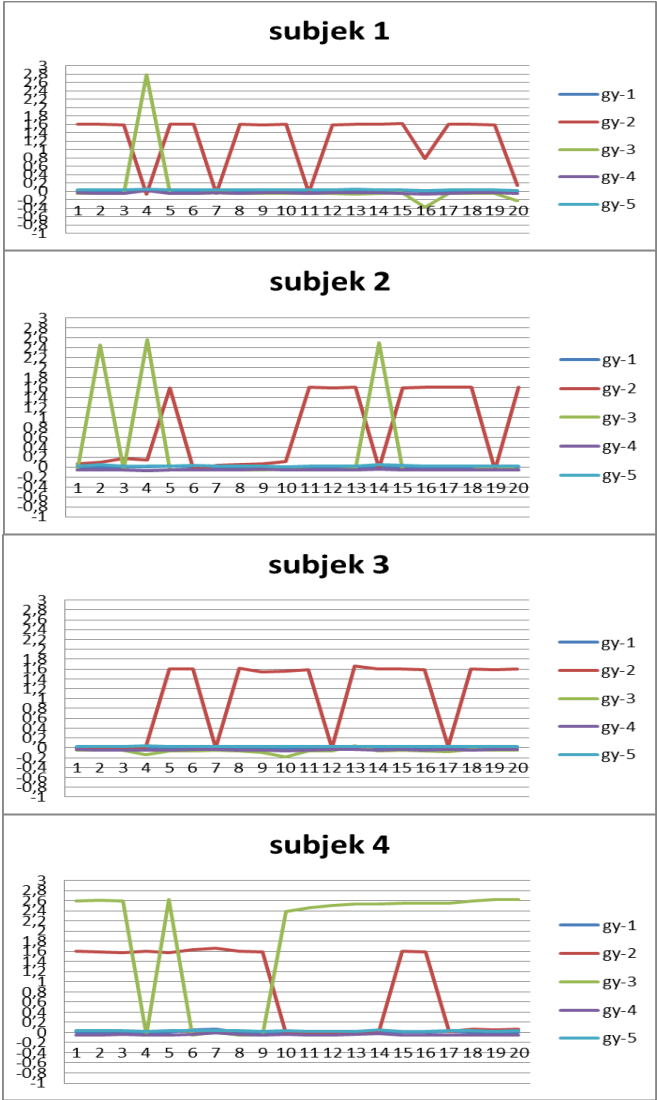
3. Gerakan jempol dan manis



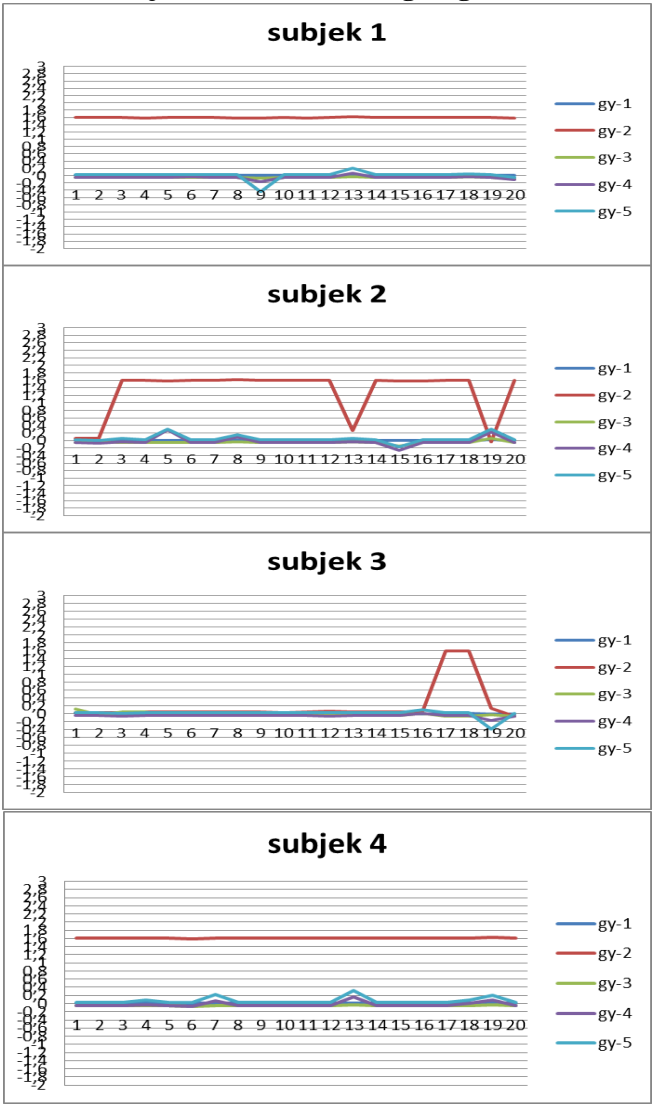
4. Gerakan jari jempol dan kelingking



5. gerakan jari telunjuk dan tengah

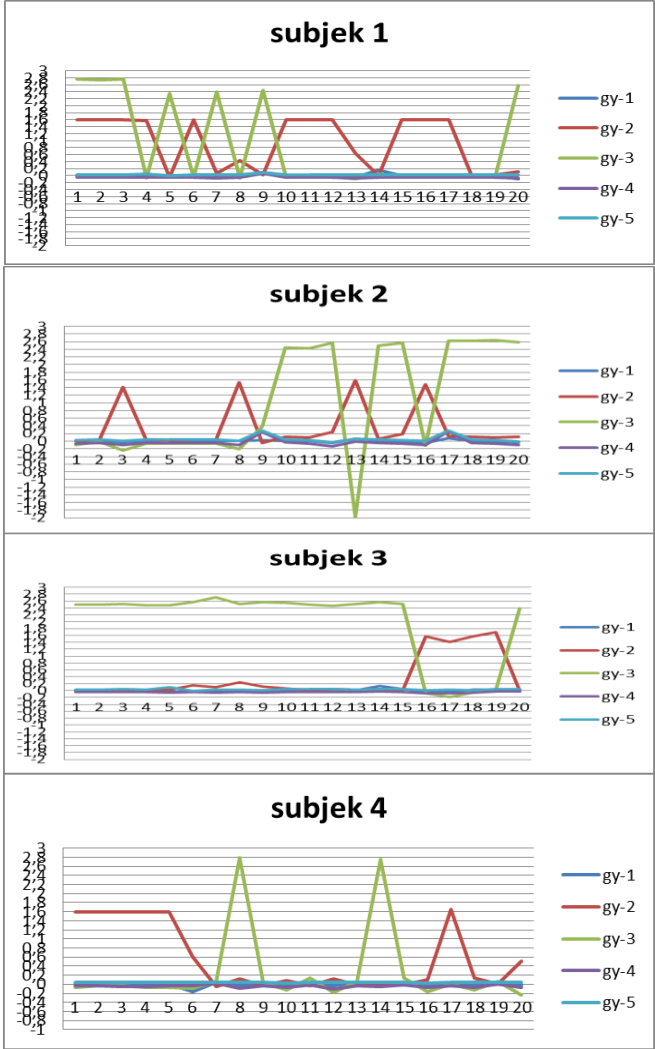


6. Gerakan jari manis dan kelingking

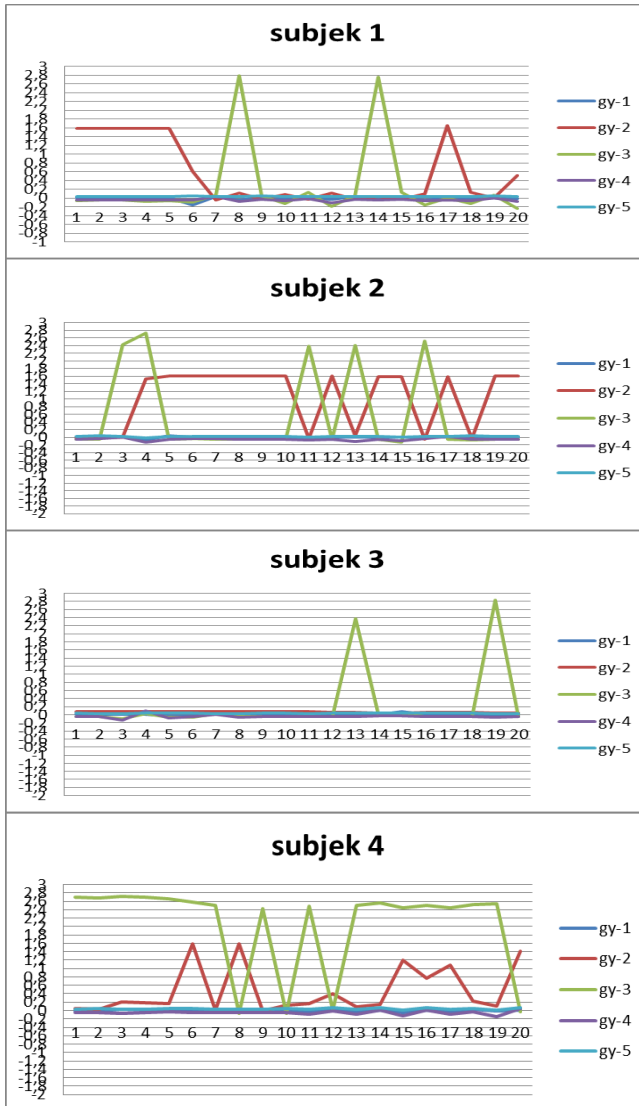


# Gerakan 3 jari

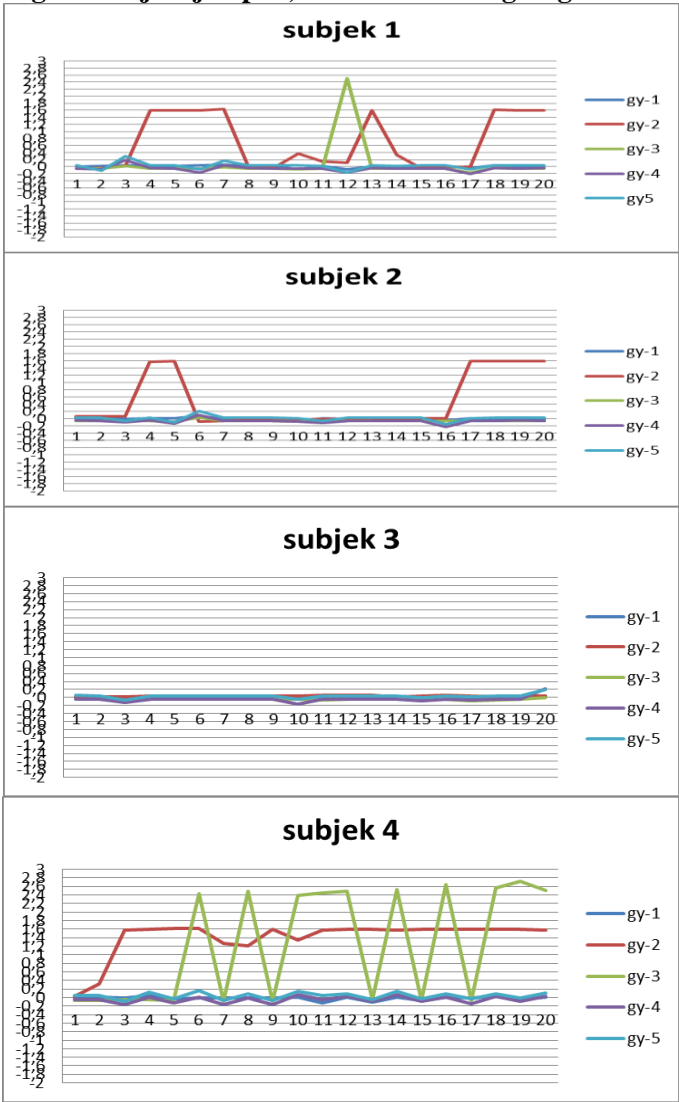
## 1. gerakan jari jempol, telunjuk dan tengah



## 2. gerakan jempol, tengah dan manis

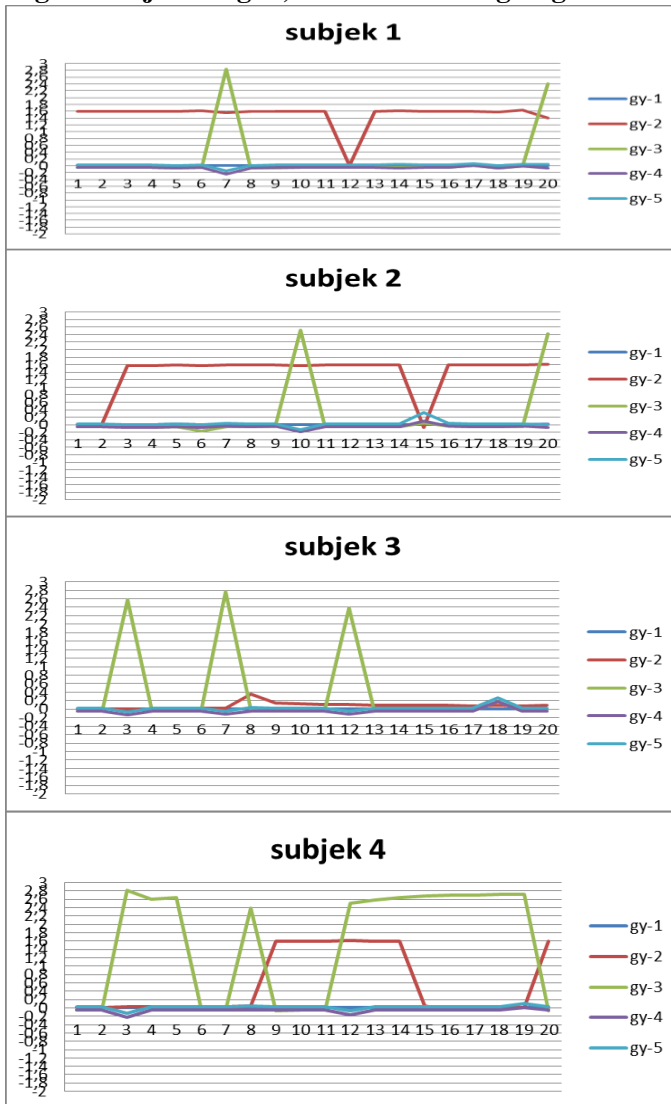


3. gerakan jari jempol , manis dan kelingking



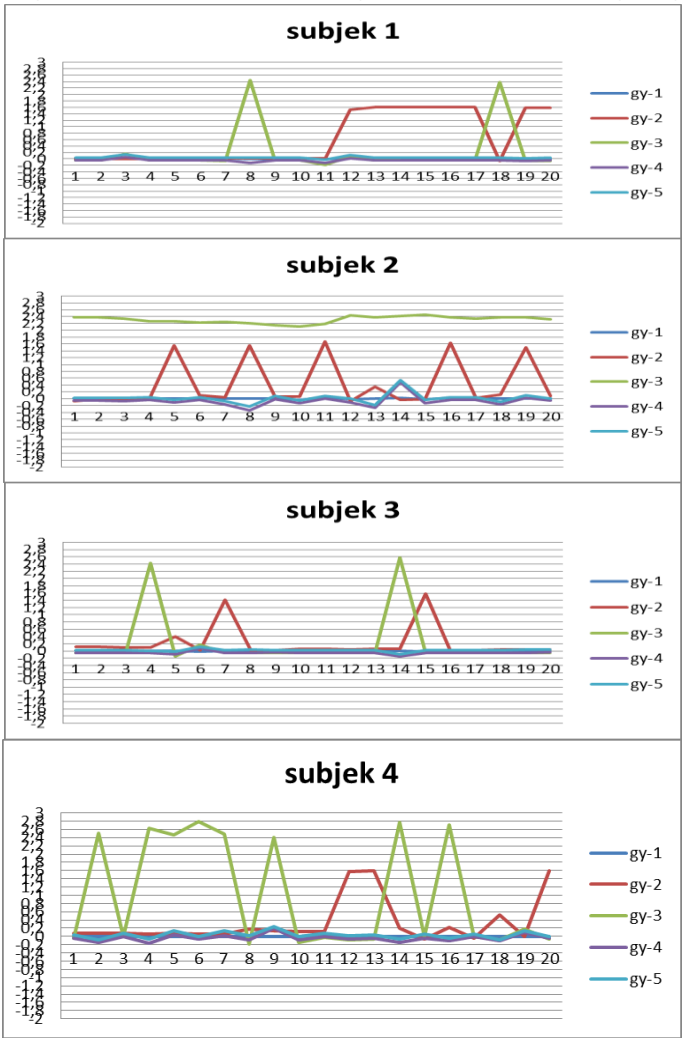


#### 4. gerakan jari tengah, manis dan kelingking

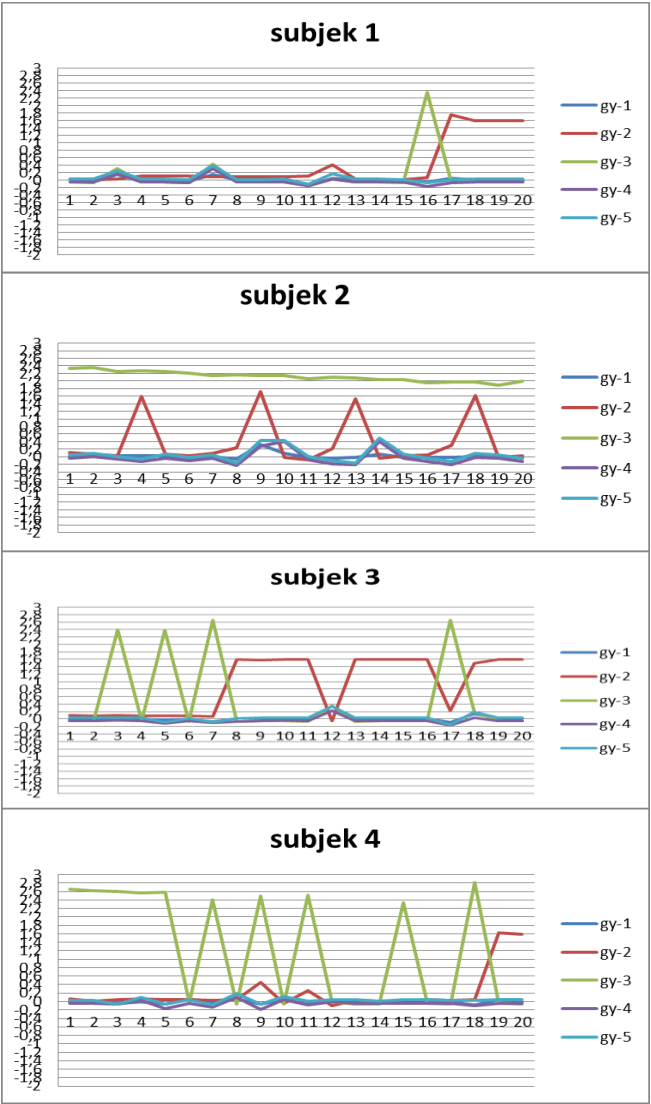


Gerakan 4 jari

1. gerakan jari telunjuk, tengah, manis dan kelingking



Gerakan 5 jari



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIOGRAFI PENULIS



Isalufi Eka Agustin memiliki nama panggilan Isa, lahir dikota santri, Jombang pada 31 Agustus 1995 saat ini masih aktif berstatus sebagai mahasiswa S1 Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Lulusan dari Mi Masyariah Kebontemu tahun 2007, pada 2010 lulus dari SMP 3 Peterongan Ponpes Darul ulum Jombang. 2013, lulus dari SMAN 2 Jombang. Telah mengikuti berbagai pelatihan dan organisasi. Semester 8, mulai fokus dalam bidang studi elektronika. Dapat dihubungi melalui [isalufiekaagustin@gmail.com](mailto:isalufiekaagustin@gmail.com).